
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р
1.0.182-1.023.19
2020

**МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ АДДИТИВНОГО СТРОИТЕЛЬНОГО
ПРОИЗВОДСТВА
Методы испытаний**

Издание официальное



Москва
Стандартинформ
2020

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации – ГОСТ Р 1.0–2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования "Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет" (НИУ МГСУ)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 182 "Аддитивные технологии"

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от № -ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок – в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартиформ, Год выпуска

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1	Область применения	1
2	Нормативные ссылки	1
3	Термины и определения	3
4	Общие положения	3
5	Определение стойкости к оплыванию	6
5.1	Сущность метода.....	6
5.2	Средства испытания.....	7
5.3	Проведение испытания.....	7
6	Определение прокачиваемости.....	8
6.1	Сущность метода.....	8
6.2	Средства испытания.....	8
6.3	Проведение испытания.....	8
7	Определение прочности сцепления слоев (сплошность).....	9
7.1	Сущность метода.....	9
7.2	Средства испытания и вспомогательное оборудование	10
7.3	Изготовление образцов для испытания	10
7.4	Проведение испытания.....	11
7.5	Обработка результатов испытания.....	12

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ АДДИТИВНОГО СТРОИТЕЛЬНОГО

ПРОИЗВОДСТВА

Методы испытаний

Materials for additive construction production. Test methods

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на материалы для аддитивного строительного производства, применяемые при строительстве, реконструкции и ремонте зданий и сооружений и устанавливает методы определения основных показателей качества материалов для АСП в форме сухих смесей, растворных (бетонных) смесей, а также затвердевшего бетона (строительного раствора).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 10060.0 Бетоны. Методы определения морозостойкости. Общие требования

ГОСТ 10060.1 Бетоны. Базовый метод определения морозостойкости

ГОСТ 10060.2 Бетоны. Ускоренные методы определения морозостойкости при многократном замораживании и оттаивании

ГОСТ 10060.3 Бетоны. Дилатометрический метод ускоренного определения морозостойкости

ГОСТ 10180 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам

ГОСТ 10181 Смеси бетонные. Методы испытаний

Издание официальное

ГОСТ Р 1.0.182-1.023.19-2020

ГОСТ 12730.2 Бетоны. Метод определения влажности

ГОСТ 12730.5 Бетоны. Методы определения водонепроницаемости

ГОСТ 17624 Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности

ГОСТ 22690 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля

ГОСТ 28570 Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобраным из конструкций

ГОСТ 310.4 Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии

ГОСТ 31356 Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Методы испытаний

ГОСТ 427 Линейки измерительные металлические. Технические условия

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

ГОСТ 8735 Песок для строительных работ. Методы испытаний

ГОСТ Р 56587 Смеси бетонные. Метод определения сроков схватывания

ГОСТ Р 57558 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 1. Термины и определения

ГОСТ Р 1.0.182-1.022.19 Материалы для аддитивного строительного производства. Термины и определения

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при

пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 57558, ГОСТ Р 1.0.182-1.022.19.

4 Общие положения

4.1 Представленные в настоящем стандарте методы испытаний позволяют проводить контроль качества материалов, применяемых при аддитивном строительном производстве для оценки соответствия материалов для АСП установленным нормативным требованиям и анализа возможности их применения в условиях конкретного аддитивного строительного производства.

4.2 Испытания материалов для АСП с целью определения показателей качества производят в состоянии сухой смеси, в форме подвижных смесей, готовых к применению, и затвердевшего бетона (строительного раствора).

4.3 Материалы для АСП характеризуются показателями качества в состоянии сухой смеси, в форме готовых к применению подвижных смесей и затвердевшего бетона (строительного раствора).

4.3.1 При испытании материалов для АСП в состоянии сухой смеси определяют влажность, наибольшую крупность зерен заполнителя, содержание зерен наибольшей крупности, насыпную плотность.

4.3.2 При испытании материалов для АСП в форме готовых к применению подвижных смесей (бетонные и растворные смеси для АП)

ГОСТ Р 1.0.182-1.023.19-2020

определяется подвижность, сохраняемость первоначальной подвижности, стойкость к оплыванию, прокачиваемость, сроки начала и окончания схватывания, водоудерживающая способность (при толщине слоя менее 10 мм).

4.3.3 При испытании материалов для АСП в форме затвердевшего бетона (строительного раствора) в зависимости от назначения и условий работы в конструкциях зданий и сооружений определяют:

- для теплоизоляционных материалов для АСП: прочность на сжатие, влажность, коэффициент теплопроводности;

- для конструкционно-теплоизоляционных материалов для АСП: прочность на сжатие, влажность, коэффициент теплопроводности, морозостойкость (кроме материалов для внутренних работ), прочность сцепления слоев (сплошность);

- для конструкционных материалов для АСП: прочность на сжатие, морозостойкость, прочность сцепления слоев (сплошность), водонепроницаемость.

4.4 Номенклатура характеристик материалов для АСП должна в полной мере отражать все их основные свойства. Перечень необходимых характеристик определяется на основе анализа условий эксплуатации строительных объектов и конструкций, изготавливаемых из конкретных материалов для АСП. Перечень основных характеристик материалов для АСП и стандарты испытаний для их определения представлены в таблице 1. В случае необходимости представленный перечень может быть дополнен другими характеристиками в соответствии с требованиями заказчика и с учетом особенностей эксплуатации строительных объектов, изделий и

конструкций, выполненных с использованием технологии АСП.

4.5 Характеристики материалов исходных компонентов и материалов для АСП должны быть установлены в нормативной документации, соответствовать требованиям заказчика и определяться по стандартизированным методам на сертифицированном, метрологически обеспеченном оборудовании.

4.6 При выборе испытаний и определяемых характеристик готовых изделий и монолитных конструкций АСП должен проводиться анализ геометрических параметров изделия или конструкции и условий эксплуатации.

Таблица 1 - Перечень основных характеристик материалов исходных компонентов и материалов изделий, методы их определения и контроля

Наименование характеристики	Ссылка на метод испытаний, либо регламентирующий его документ	Содержание требований к характеристике
Влажность	ГОСТ 8735	Требования к качеству материала в состоянии сухой смеси
Наибольшая крупность зерен заполнителя	ГОСТ 8735	
Содержание зерен наибольшей крупности	ГОСТ 8735	
Насыпная плотность	ГОСТ 8735	
Подвижность	ГОСТ 10181	Требования к качеству готовых к применению подвижных смесей
Сохраняемость первоначальной подвижности смеси	ГОСТ 10181	

ГОСТ Р 1.0.182-1.023.19-2020

Стойкость к оплыванию	п. 5 настоящего стандарта	Требования к качеству затвердевшего раствора (бетона)
Прокачиваемость	п. 6 настоящего стандарта	
Сроки начала и окончания схватывания	ГОСТ Р 56587	
Водоудерживающая способность	ГОСТ 31356	
Прочность на сжатие	ГОСТ 310.4, ГОСТ 10180, ГОСТ 28570, ГОСТ 22690, ГОСТ 17624	
Влажность	ГОСТ 12730.2	
Коэффициент теплопроводности	ГОСТ 7076	
Морозостойкость	ГОСТ 10060.0 – 10060.3	
Прочность сцепления слоев (сплошность)	п. 7 настоящего стандарта	
Водонепроницаемость	ГОСТ 12730.5	

4.7 Основные результаты контроля качества сырьевых материалов для производства материалов для АСП должны быть предоставлены поставщиком сырьевых материалов.

5 Определение стойкости к оплыванию

5.1 Сущность метода

Сущность метода заключается в определении оплыва образца бетонной/растворной смеси требуемой подвижности. Смесь считается

стойкой к оплыванию если изменение размера по ширине напечатанной смесью призмы шириной 100 мм и высотой 50 мм в течении 60 секунд не превышает 5 мм.

5.2 Средства испытания

- Стальной лист шириной 250 мм и длиной 1000 мм, с нанесенными на поверхность параллельными линиями на расстоянии друг от друга 100 мм.

- Линейка по ГОСТ 427 длиной 250 мм с ценой деления 1 мм.

- Секундомер.

5.3 Проведение испытания

В соответствие с технологическим регламентом работы, в строительный 3D-принтер загружают материал для АСП.

Стальной лист предварительно протирают влажной тканью и устанавливают под печатающей головкой строительного 3D-принтера.

Наносят слой материала для АСП шириной 100 мм и толщиной 50 мм на стальной лист в границах отмеченных параллельными линиями.

После окончания нанесения печатного слоя включают секундомер и через 60 секунд с помощью линейки измеряют установившийся размер напечатанной материалом для АСП призмы по ширине не менее чем в 3 точках через равные промежутки напечатанного слоя.

Определяют среднеарифметическое значение оплыва, которое округляют до 1 мм.

Оплыв не должен превышать 5 мм.

Если полученный результат отличается от указанного выше, испытание повторяют с измененным (увеличенным или уменьшенным) расходом воды.

6 Определение прокачиваемости

6.1 Сущность метода

Сущность метода заключается в определении прокачиваемости материала для АСП, требуемой подвижности через строительный 3D-принтер. Смесь считается прокачиваемой, если осуществляется равномерное нанесение материала для АСП на основание по ширине и высоте при печати в течение заданного времени

6.2 Средства испытания

- Стальной лист шириной 250 мм и длиной 1000 мм, с нанесенными на поверхность параллельными линиями на расстоянии друг от друга 100 мм.

- Линейка по ГОСТ 427 длиной 250 мм с ценой деления 1 мм.

- Секундомер.

6.3 Проведение испытания

В соответствие с технологическим регламентом работы, в строительный 3D-принтер загружают материал для АСП, стальной лист предварительно протирают влажной тканью и устанавливают под печатающей головкой строительного 3D-принтера.

После включения секундомера, наносят слой материала для АСП шириной 100 мм и толщиной 10 мм на стальной лист в границах отмеченных параллельными линиями, после чего последовательно повторяют нанесение 4 слоев.

После окончания нанесения пятого слоя выключают секундомер и фиксируют время. Испытание повторяют 3 раза, полученные результаты записывают в журнал.

Материал для АСП при печати должен наноситься равномерно на основание по ширине и высоте. Время нанесения не должно отличаться в рамках серии испытаний из 3 нанесений 5 слоев более чем на 3%, допускается отклонение до 5% при равномерном нанесении материала для АСП.

7 Определение прочности сцепления слоев (сплошность)

7.1 Сущность метода

Сущность метода заключается в определении адгезии между соседними слоями материала для АСП, после послойного нанесения и твердения в нормальных условиях. Материал для АСП считается выдержавшим испытание при когезивном характере разрушения образца при растяжении.

Прочность сцепления слоев определяют по прочности при осевом растяжении образца затвердевшего материала для АСП и характеру разрушения. Приложение нагрузки к образцу осуществляется через металлические анкера, приклеенные к нижней и верхней поверхностям образца.

7.2 Средства испытания и вспомогательное оборудование

- Эпоксидный или другой быстротвердеющий клей высокой прочности для приклеивания анкера к слою раствора.

- Камера, обеспечивающая твердение образцов при температуре (20 ± 2) °С и относительной влажности воздуха $(65\pm 5)\%$.

- Разрывная машина с устройством для захвата анкера или другое средство измерения, обеспечивающее равномерную скорость нагружения (250 ± 50) Н/с.

7.3 Изготовление образцов для испытания

Материал для АСП наносят слоем шириной 100 мм, длиной 1000 мм и толщиной 10 мм на стальной лист.

После нормируемой выдержки, на поверхность первого слоя наносят второй слой, толщиной 10 мм. Время выдержки до нанесения второго слоя определяют исходя из технологического регламента на производство работ.

Полученный массив выдерживают до проектного возраста в условиях идентичных условиям твердения материала для АСП в возводимой конструкции. После достижения проектного возраста из массива выбуривают образцы для испытания в форме цилиндров диаметром 50 мм. Отклонения от плоскостности верхней и нижней поверхностей цилиндров не должны превышать 0,1 мм. Отклонения от прямолинейности образующей образцов-цилиндров, не должны превышать 2 мм.

Число образцов для испытания должно быть не менее трех.

7.4 Проведение испытания

На нижнюю и верхнюю поверхность образцов цилиндров эпоксидным или другим быстротвердеющим клеем высокой прочности приклеивают металлический анкер диаметром 50 мм.

Прочность при осевом растяжении образцов определяют через 24 ч на разрывной машине или другом средстве измерения, прикладывая к анкеру силу со скоростью ее нарастания (250 ± 50) м/с.

При испытании отмечают характер разрушения образцов. Возможные варианты разрушения (А и К) приведены на рисунке 1. Характер разрушения образцов отмечают в журнале испытания.

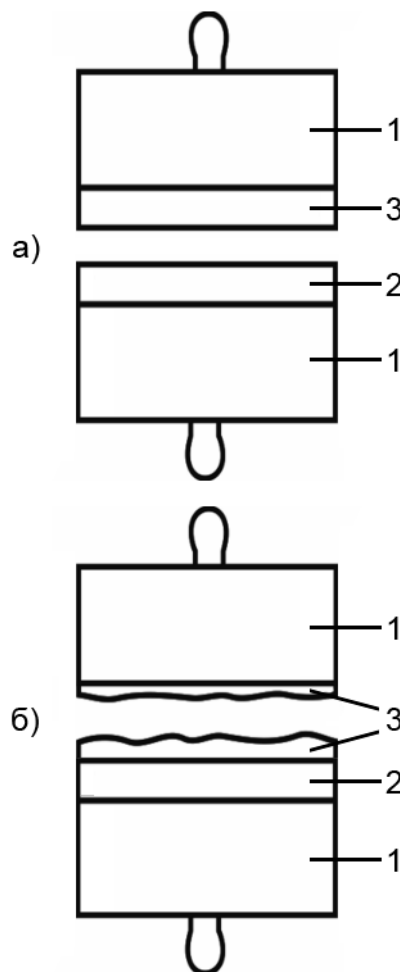


Рисунок 1 - Варианты разрушения образца при осевом растяжении: а – А - адгезионный отрыв по границе сцепления слоев (значение, полученное

при испытании, равно фактической прочности сцепления слоев); б - К - когезионный отрыв по телу одного из слоев образца (прочность сцепления равна фактическому значению прочности при осевом растяжении материала для АСП)

1 - металлический штамп; 2 – первый слой; 3 – второй слой

7.5 Обработка результатов испытания

Прочность сцепления (адгезию) слоев образца определяют как максимальную силу, приложенную перпендикулярно к поверхности образца, при которой происходит осевое растяжение образца.

Прочность сцепления слоев при испытании одного образца, МПа, определяют по формуле

$$A_i = \frac{F}{S} \quad (1)$$

где F - максимальная сила осевого растяжения образца, Н;

S – площадь сечения образца, мм².

Каждое единичное значение прочности сцепления слоев округляют до 0,1 МПа.

За результат испытания принимают среднеарифметическое значение результатов испытания всех образцов A, МПа, рассчитанное по формуле

$$A = (A_1 + \dots + A_n) / n \quad (2)$$

где n – число образцов

Среднеарифметическое значение округляют до 0,1 МПа.

Связанность слов считается обеспеченной при когезионном отрыве (вариант К) по телу одного из слоев образца материала для АСП. При отрыве по варианту А результаты испытания следует считать ниже фактического значения предела прочности образцов при осевом разрыве.

УДК ОКС

Ключевые слова: аддитивные технологии, аддитивное строительное производство, материалы для аддитивного строительного производства, испытания, 3D-принтер, строительные материалы, бетон
