

Институт геосинтетике

475 Kedron Avenue,
Folsom, PA 19033-1208, США
Тел.: (610) 522-8440
Факс: (610) 522-8441



Редакция 19 от 11 июня 2025 г.
(список редакций – см. стр. 17)

Стандартная спецификация GRI – GM13*

«Методы испытаний, показатели качества и частота испытаний для геомембран из полиэтилена высокого давления (HDPE) с гладкой и текстурированной поверхностью»

Данная спецификация разработана Исследовательским институтом геосинтетических материалов (GRI) при содействии входящих в его состав организаций для общественного использования. Применение данной спецификации является исключительно необязательным и может быть отменено или заменено иной, уже существующей либо новой спецификацией по рассматриваемому вопросу – полностью или частично. Ни GRI, ни Институт геосинтетике (GSI), ни любое из их подразделений не дают гарантий и не несут ответственности за материалы, изготовленные в соответствии с данной спецификацией, ни в настоящий момент, ни в будущем.

1. Область применения

1.1. Данная спецификация распространяется на геомембраны из полиэтилена высокого давления (HDPE) с плотностью листа не менее **0,940 г/куб. см** и в диапазоне толщины от **0,75 мм** до **3,0 мм**. При этом охватываются как гладкие, так и текстурированные геомембраны (*Рисунок 1*).

* - Эта спецификация стандартов GRI была разработана Институтом геосинтетических исследований на основе консультаций и рассмотрения организациями-членами. Эта спецификация будет пересматриваться не реже одного раза в два года или по мере необходимости. В связи с этим она может быть изменена в любое время. Последняя дата обновления является действующей версией, и она постоянно обновляется на сайте Института <<geosynthetic-institute.org>>.

Copyright © 2017 Институт геосинтетике (GSI) — все права защищены.



Рисунок 1 – Фотография образцов геомембран GRI-GM13

1.2. Спецификация устанавливает набор минимальных физических, механических и химических свойств, которым должна соответствовать (либо превосходить) производимая геомембрана. В некоторых случаях допускается указание диапазона значений.

1.3. В контексте систем управления качеством данная спецификация представляет собой систему производственного контроля качества (Manufacturing Quality Control, MQC).

Примечание 1: Под производственным контролем качества понимаются меры, предпринимаемые производителем для обеспечения соответствия продукта заявленным характеристикам, указанным в данной спецификации.

1.4. Настоящая спецификация предназначена для обеспечения высокого качества и надёжных эксплуатационных характеристик HDPE геомембран при общем использовании, однако может оказаться недостаточной для полной технической документации в конкретных случаях. При определённых условиях могут потребоваться дополнительные испытания или более жёсткие требования к показателям.

Примечание 2: Для получения информации по методам установки рекомендуется обращаться к специализированной литературе по геосинтетике.

2. Ссылочные документы

2.1. Стандарты ASTM

- **D792** – Определение относительной плотности (удельной массы) и плотности пластмасс методом смещения.

- **D1004** – Метод испытания на начальную устойчивость к разрыву для пленок и листов пластмассы.
- **D1238** – Метод испытания для измерения скорости течения термопластов с использованием экструзионного пластометра.
- **D1505** – Метод испытания для определения плотности пластмасс по градиентному методу.
- **D1603** – Метод испытания для определения содержания углеродосодержащей добавки в олефиновых пластмассах.
- **D4218** – Метод испытания для определения содержания углеродосодержащей добавки в полиэтиленовых смесях с использованием муфельной печи.
- **D4833** – Метод испытания для определения устойчивости к проколу геотекстилей, геомембран и смежных изделий.
- **D5199** – Метод испытания для измерения номинальной толщины геотекстилей и геомембран.
- **D5397** – Методика проведения испытания SP-NCTL для оценки стойкости полиэтиленовых геомембран к растрескиванию под напряжением с помощью испытания с надрезом при постоянной растягивающей нагрузке – Приложение.
- **D5596** – Метод испытания для микроскопического исследования дисперсии углеродосодержащей добавки в геосинтетических материалах.
- **D5721** – Методика термоокислительного старения геомембран из полиолефина в печи при 85°C.
- **D5885** – Метод испытания для определения времени окислительной индукции (HP-OIT) полиолефиновых геосинтетиков при высоком давлении с использованием дифференциальной сканирующей калориметрии.
- **D5994** – Метод испытания для измерения основной толщины текстурированных геомембран.
- **D6370** – Стандартный метод испытания для анализа резин с применением термогравиметрического анализа (TGA).
- **D6693** – Метод испытания для определения прочностных свойств неармированных полиэтиленовых и гибких полипропиленовых геомембран.
- **D7238** – Метод испытания воздействия флуоресцентного ультрафиолетового конденсационного аппарата на неармированные полиолефиновые геомембраны.
- **D7466** – Метод испытания для измерения высоты шероховатости текстурированных геомембран.
- **D8117** – Стандартный метод испытания для определения времени окислительной индукции (OIT) полиолефиновых геосинтетиков с использованием дифференциальной сканирующей калориметрии.

2.2. Стандарты GRI

- **GM10** – Спецификация для оценки устойчивости к растрескиванию листового материала геомембран.

2.3. Другие ссылки

- Руководство Агентства по охране окружающей среды США «Quality Control Assurance and Quality Control for Waste Containment Facilities», EPA/600/R-93/182, сентябрь 1993 г., 305 стр.

3. Определения

3.1. Производственный контроль качества (Manufacturing Quality Control, MQC)

Плановая система проверок, направленная непосредственно на контроль и мониторинг производства материала, изготовленного на заводе. Обычно MQC осуществляется самим производителем геосинтетических материалов и необходим для обеспечения достижения установленных минимальных (или максимальных) значений характеристик продукции.

3.2. Гарантия качества производства (Manufacturing Quality Assurance, MQA)

Плановая система мероприятий, подтверждающих, что материал изготовлен в соответствии с условиями, указанными в сертификационных документах и контрактных спецификациях. MQA включает проверки производственных площадок, верификацию, аудиты и оценку сырья (смола и добавок) и геосинтетической продукции.

3.3. Состав сырьевой смеси Смесь уникального набора ингредиентов, определяемая по типу, свойствам и количеству. Для HDPE геомембран состав сырьевой смеси предполагает точное процентное соотношение и тип смолы (или смол), добавок и углеродосодержащей добавки.

3.4. Номинальное значение (ном.) Представительное значение измеряемой величины, полученное при заданных условиях, по которому может быть охарактеризован продукт.

4. Классификация материалов и состав сырьевой смеси

4.1. Данная спецификация распространяется на HDPE геомембраны с плотностью листа не менее **0,940 г/куб. см**, измеряемой по методам ASTM D1505 или ASTM D792 (при использовании последнего рекомендуется Метод В).

4.2. Полиэтиленовая смола, используемая для изготовления геомембраны, обычно имеет плотность не менее **0,932 г/куб. см** и показатель текучести по ASTM D1238 менее **1,0 г/10 мин.**

4.3. **Смола должна быть первичного сорта (virgin material) с содержанием переработанного материала (постиндустриального – PIR) не более 10%.** Если переработанный материал используется, он должен соответствовать исходной HDPE смоле.

4.4. **В состав сырьевой смеси не допускается добавление вторичного постпотребительного сырья (PCR) любого типа.**

5. Физические, механические и химические требования

5.1. Геомембрана должна соответствовать требованиям, изложенным в Таблицах 1 и 2. Таблица 1 предназначена для гладких HDPE геомембран, а Таблица 2 – для односторонне и двусторонне текстурированных HDPE геомембран. Таблицы оформляются как в английских (U.S.)* единицах, так и в метрической (СИ) системе.

Примечания

- **3:** Значения прочностных показателей изначально базировались на ASTM D638 (испытание при $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). В связи с принятием ASTM D6693 вместо ASTM D638 настоящая спецификация учитывает испытания при $21^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, при этом числовые показатели прочности и удлинения остаются без изменений.
- **4:** Из данной спецификации исключаются испытания: испаряемость, абсорбция воды, размерная стабильность, устойчивость к озону, коэффициент линейного расширения, модуль упругости, устойчивость при закопке в почву, удар при низкой температуре, растяжимый удар, ESCR тест (D1693), прочность шва в полевых условиях, тест для широких листов, многоосевой разрыв, пропускная способность водяного пара, различные испытания на токсичность.
- **5:** В спецификацию включены испытания: время окислительной индукции, старение в печи, устойчивость к ультрафиолетовому излучению, высота шероховатости текстурированного листа (см. Примечание 6).

* - Таблицы в английских (U.S.) единицах исключены из адаптированной версии стандарта на русском языке.

- **6:** Минимальное среднее значение высоты шероховатости не отражает ожидаемую силу межфазного сдвига и должно определяться прямым испытанием сдвига (ASTM D5321/ASTM D6243).
- **7:** Некоторые испытания, ориентированные на отдельные свойства, обновлены согласно современным стандартам (например, измерение толщины текстурированного листа, испытание на устойчивость к проколу, испытание на устойчивость к растрескиванию, оценка дисперсии углеродосодержащей добавки).
- **8:** Данная спецификация ориентирована на производственный контроль качества (MQC); испытания соответствия и мероприятия по гарантии качества (MQA) проводятся по усмотрению покупателя.

5.2. Приведённые в таблицах значения трактуются согласно их методам испытаний и не являются минимальными средними значениями рулона (MARV) или максимальными средними значениями рулона (MaxARV).

5.3. Свойства HDPE геомембраны должны проверяться с минимальной частотой, указанной в Таблицах 1 и 2. Если метод испытания не содержит описания процедуры отбора проб, образцы отбираются равномерно по всей ширине рулона.

6. Отделка и внешний вид

6.1. Гладкая геомембрана должна обладать хорошим внешним видом и быть свободной от дефектов, способных негативно влиять на заявленные свойства.

6.2. Текстурированная геомембрана должна демонстрировать равномерное распределение текстуры и не содержать агломератов текстурирующего материала или других дефектов, ухудшающих её характеристики.

6.3. Общие производственные процедуры должны осуществляться согласно внутренним стандартам контроля качества производителя.

7. Отбор проб для контроля качества (MQC)

7.1. Пробы отбираются согласно методам, указанным в Таблицах 1 и 2. Если метод испытания не содержит подробной процедуры отбора, образцы необходимо брать равномерно по всей ширине рулона.

7.2. Количество испытаний определяется в соответствии с указанными методами.

7.3. Среднее значение результатов испытаний рассчитывается согласно применяемому стандарту и сравнивается с минимальными значениями, указанными в таблицах (т.е. приведённые значения – минимальные средние).

8. Повторное испытание и отклонение продукции (MQC)

8.1. Если результаты испытаний не соответствуют требованиям спецификации, повторное испытание для подтверждения соответствия или отклонения продукции проводится согласно плану контроля качества (CQA) для конкретного объекта.

9. Упаковка и маркировка

9.1. Геомембрана должна наматываться на прочное ядро или его сегменты и надёжно фиксироваться с помощью специализированных стяжек, ремней или иных средств, обеспечивающих безопасную транспортировку до пункта поставки (если иное не предусмотрено договором или заказом).

10. Сертификация

10.1. По требованию покупателя, указанному в контракте или заказе, вместе с поставкой продукции предоставляется сертификат производителя, подтверждающий, что материал изготовлен и испытан согласно данной спецификации, а также приложен отчёт о результатах испытаний.

Таблица 1 (b) – Геомембраны из полиэтилена высокой плотности (HDPE) – гладкие

СВОЙСТВА	МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ	ЕД.ИЗМ.	Результат испытаний							ЧАСТОТА ИСПЫТАНИЙ (минимальная)								
			0.75 мм	1.00 мм	1.25 мм	1.50 мм	2.00 мм	2.50 мм	3.00 мм									
Толщина (минимальная средняя)	ASTM D-5199	мм	0.75	1.00	1.25	1.50	2.00	2.5	3.00	Каждый рулон								
• самый низкий результат для любого из 10 значений		%	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0									
Плотность листа (мин.ср.)	ASTM D-1505 / D-792	г/см ³	> 0,940							90 000 кг								
Свойства при растяжении (1) (мин.ср.)	ASTM D-6693, IV	кН/м	11	15	18	22	29	37	44	9 000 кг								
• Предел текучести																		
• Удлинение при пределе текучести											%	12	12	12	12	12	12	12
• Прочность на разрыв											кН/м	20	27	33	40	53	67	80
• Удлинение при разрыве		%	700	700	700	700	700	700	700									
Сопротивление разрыву (мин.ср.)	ASTM D-1004	Н	93	125	156	187	249	311	374	20 000 кг								
Прочность на прокол (мин.ср.)	ASTM D-4833	Н	240	320	400	480	640	800	960	20 000 кг								
Сопротивление растрескиванию при напряжении (2) (мин.ср.)	ASTM D-5397 (приложение)	час	500							по GRI GM10								
Содержания углерода технического	ASTM D-4218 (3)	%	2,0 - 3,0							20 000 кг								
Дисперсия углерода технического	ASTM D-5596	Категория	Примечание (4)							20 000 кг								
Индукционное Время Окисления (мин.ср.) (5)		мин.								90 000 кг								
• стандартное ИВО	ASTM D-8117		100															
-- или --																		
• ИВО при высоком давлении	ASTM D-5885	400																
Тепловое старение при 85°C (5), (6) - % ИВО оставшийся после 90 дней старения	ASTM D-5721	%								Каждую рецептуру								
• стандартное ИВО (мин.ср.)	ASTM D-8117		55															
-- или --																		
• ИВО при высоком давлении (мин.ср.)	ASTM D-5885	80																
Сопротивление УФ (7) - % ИВО оставшийся после 1600 ч. облучения (9)	ASTM D-7238	%								Каждую рецептуру								
• стандартное ИВО (мин.ср.)	ASTM D-8117		Не рекомендуется (8)															
-- или --																		
• ИВО при высоком давлении (мин.ср.)	ASTM D-5885	50																

Примечания к Таблице 1(b) (СИ/метрические единицы)

- (1) Средние значения по MD и XMD рассчитываются на основе 5 образцов для каждого направления. Удлинение при переходе в состояние текучести определяется при длине измерительной части 33 мм, а разрывное удлинение – при длине измерительного участка 50 мм.*
- (2) Напряжение при переходе в состояние текучести для расчёта нагрузки в испытании SP-NCTL должно соответствовать среднему значению, полученному при MQC-испытаниях производителя.*
- (3) Допускается использование альтернативных методов (например, ASTM D1603 или ASTM D6370) при условии установления корректной корреляции с методом ASTM D4218.*
- (4) Оценка дисперсии углеродосодержащей добавки проводится с учётом только окрылённых сферических агломератов; анализируется 10 изображений: 9 из них должны относиться к Категориям 1 или 2, а 1 – к Категории 3.*
- (5) Производитель имеет возможность выбрать один из предложенных методов определения времени окислительной индукции (OIT).*
- (6) Рекомендуется проводить испытания через 30 и 60 дней для сравнения с результатом, полученным через 90 дней.*
- (7) Условия испытания: 20-часовой цикл УФ-облучения при 75°C с последующей 4-часовой конденсацией при 60°C.*
- (8) Данный метод не рекомендуется, так как высокая температура стандартного испытания OIT может привести к нереалистичным результатам для некоторых антиоксидантов в образцах, подвергнутых УФ-облучению.*
- (9) Устойчивость к УФ-облучению определяется по проценту сохраняемого показателя, независимо от исходного значения, полученного в испытании с высоким давлением HP-OIT.*

Таблица 2 (b) — Геомембраны из полиэтилена высокой плотности (HDPE-T) — текстурированные

СВОЙСТВА	МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ	ЕД.ИЗМ.	Результат испытаний							ЧАСТОТА ИСПЫТАНИЙ (минимальная)
			0.75 мм	1.00 мм	1.25 мм	1.50 мм	2.00 мм	2.50 мм	3.00 мм	
Толщина (минимальная средняя) для текстурированной поверхности листа (ном. -5%)	ASTM D-5994	мм	0.75 -5%	1.00 -5%	1.25 -5%	1.50 -5%	2.00 -5%	2.5 -5%	3.00 -5%	Каждый рулон
• самый низкий результат для 8 из 10 значений		%	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	
• самый низкий результат для любого из 10 значений		%	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	
Толщина сварной кромки (если применимо) (мин. для отдельного образца) (1)	ASTM D-5199 (применительно)	мм	0.75 -10%	1.00 -10%	1.25 -10%	1.50 -10%	2.00 -10%	2.5 -10%	3.00 -10%	Каждый рулон
Высота текстурированной поверхности	ASTM D-7466	мм	0.40							Каждый 2-й рулон (2)
Плотность листа (мин.ср.)	ASTM D-1505 / D-792	г/см ³	> 0,940							90 000 кг
Свойства при растяжении (3) (мин.ср.)	ASTM D-6693, IV									9 000 кг
• Предел текучести		кН/м	11	15	18	22	29	37	44	
• Удлинение при пределе текучести		%	12	12	12	12	12	12	12	
• Прочность на разрыв		кН/м	8	10	13	16	21	26	32	
• Удлинение при разрыве		%	100	100	100	100	100	100	100	
Сопrotивление разрыву (мин.ср.)	ASTM D-1004	Н	93	125	156	187	249	311	374	20 000 кг
Прочность на прокол (мин.ср.)	ASTM D-4833	Н	200	267	333	400	534	667	800	20 000 кг
Сопrotивление растрескиванию при напряжении (4) (мин.ср.)	ASTM D-5397 (приложение)	час	500							по GRI GM10
Содержания углерода технического (диапазон)	ASTM D-4218 (5)	%	2,0 - 3,0							20 000 кг
Дисперсия углерода технического	ASTM D-5596	Категория	Примечание (6)							20 000 кг
Индукционное Время Окисления (мин.ср.) (7)										90 000 кг
• стандартное ИВО	ASTM D-8117	мин.	100							
-- или --										
• ИВО при высоком давлении	ASTM D-5885		400							
Тепловое старение при 85°C (7), (8) - % ИВО оставшийся после 90 дней старения	ASTM D-5721									Каждую рецептуру
• стандартное ИВО (мин.ср.)	ASTM D-8117	%	55							
-- или --										
• ИВО при высоком давлении (мин.ср.)	ASTM D-5885		80							
Сопrotивление УФ (9) - % ИВО оставшийся после 1600 ч. облучения (11)	ASTM D-7238									Каждую рецептуру
• стандартное ИВО (мин.ср.)	ASTM D-8117	%	Не рекомендуется (10)							
-- или --										
• ИВО при высоком давлении (мин.ср.)	ASTM D-5885		50							

Примечания к Таблице 2(b) (СИ/метрические единицы)

- (1) Для текстурированной геомембраны с гладким сварным краем необходимо брать один образец с каждого края, находящегося в пределах 6 дюймов или 150 мм от края листа. Значения для этих образцов указываются отдельно от измеренной толщины текстурированной области.
- (2) При проведении измерений для двусторонне текстурированных листов следует чередовать стороны измерения.
- (3) Средние значения по MD и XMD рассчитываются на основе 5 образцов для каждого направления. Удлинение при переходе в состояние текучести определяется при длине измерительной части 33 мм, а разрывное удлинение – при длине измерительного участка 50 мм.
- (4) Испытание SP-NCTL не подходит для геомембран с текстурированной или неровной поверхностью. Оно должно проводиться на гладких краях текстурированных рулонов или на гладких листах, изготовленных по той же рецептуре, что и текстурированный материал. Напряжение для расчёта нагрузки должно соответствовать среднему значению, полученному при MQC-испытаниях производителя.
- (5) Допускается применение альтернативных методов (например, ASTM D1603 или ASTM D6370) при условии установления корректной корреляции с ASTM D4218.
- (6) Оценка дисперсии углеродосодержащей добавки проводится с учётом только окрылённых сферических агломератов, по 10 обзорным точкам: 9 изображений должны относиться к Категориям 1 или 2, а 1 – к Категории 3.
- (7) Производитель имеет возможность выбрать один из методов определения времени окислительной индукции (OIT).
- (8) Рекомендуется проводить испытания через 30 и 60 дней для сравнения с результатом через 90 дней.
- (9) Условия испытания: 20-часовой цикл УФ-облучения при 75°C с последующей 4-часовой конденсацией при 60°C.
- (10) Данный метод не рекомендуется, так как высокая температура стандартного испытания OIT может давать нереалистичные результаты для некоторых антиоксидантов.
- (11) Устойчивость к УФ-облучению определяется по проценту сохраняемого показателя, независимо от исходного результата испытания.

Дополнительное приложение

«Прочность швов и сопутствующие характеристики термосварных HDPE-геомембран, подпадающих под действие спецификации GRI-GM13»

1. Область применения

1.1 Настоящая спецификация определяет требования к прочности и сопутствующим характеристикам термосварных неармированных швов из полиэтилена высокой плотности (HDPE).

1.2 Следует чётко указать, что ответственность за соответствие швов требованиям настоящего приложения несёт установщик геомембраны. Производитель геомембраны не несёт ответственности в связи с положениями настоящего приложения.

1.3 Числовые значения прочности швов и сопутствующих характеристик указаны как для сдвига, так и для отрыва в соответствии с ASTM D6392.

1.4 Основные методы термического соединения — это сварка клином (одинарным или двойным) и экструзионная сварка прутком. Допустимы также менее распространённые методы, такие как сварка горячим воздухом и ультразвуковая сварка, которые рассматриваются как подкатегории сварки клином.

1.5 Настоящая спецификация не устанавливает конкретного интервала между отбором разрушающих образцов швов в полевых условиях. Данный вопрос регламентируется отдельными стандартами GRI-GM14 и GRI-GM20.

1.6 Настоящая спецификация применяется только к лабораторным испытаниям, проводимым в контролируемых условиях, соответствующих допускам ASTM D6392.

1.7 Настоящая спецификация не охватывает всех возможных аспектов безопасности, связанных с её применением. Ответственность за соблюдение требований безопасности и нормативных ограничений возлагается на пользователя.

Данная спецификация разработана Исследовательским институтом геосинтетики (GRI) при участии организаций-членов и предоставляется в открытый доступ. Её применение является полностью добровольным и не исключает использование других действующих или будущих нормативных документов по аналогичным вопросам. Ни GRI, ни Геосинтетический институт, ни их дочерние организации не предоставляют гарантий и не несут ответственности за материалы, изготовленные в соответствии с данной спецификацией.

2. Нормативные ссылки

2.1 Стандарты ASTM

- ASTM D6392 — Стандартный метод определения прочности швов неармированных геомембран, выполненных термосваркой.

2.2 Стандарты GRI

- GM13 — Методы и частота испытаний для гладких и текстурированных геомембран из HDPE.
- GM14 — Руководство по выбору переменных интервалов отбора образцов швов геомембран методом атрибутивного контроля.
- GM20 — Руководство по выбору переменных интервалов отбора образцов швов геомембран с использованием контрольных карт.

2.3 Прочие источники

- EPA 600/2.88/052 (NTIS PB-89-129670) — Укладка изолирующих покрытий для объектов хранения отходов и других сооружений.

3. Термины и определения

3.1 Геомембрана — практически непроницаемый геосинтетик из одного или нескольких синтетических слоёв, предназначенный для изоляции жидкостей, газов или твёрдых веществ.

3.2 Сварка горячим клином — метод термосварки, при котором между соединяемыми поверхностями геомембраны вводится нагретый металлический клин, расплавляющий материал. Сверху, снизу или с обеих сторон прилагается давление для образования непрерывного шва. Возможно выполнение двойного шва с незаваренной полосой между линиями сварки (двухдорожечная сварка).

3.3 Сварка горячим воздухом — метод, при котором в зону между поверхностями геомембраны подаётся горячий воздух или газ для локального расплавления, после чего прилагается давление для образования соединения.

3.4 Ультразвуковая сварка — метод термосварки, при котором между соединяемыми поверхностями проводится вибрирующий металлический клин, расплавляющий материал. Шов формируется под давлением. Возможна двухдорожечная конфигурация.

3.5 Экструзионная сварка прутком — способ соединения, при котором расплавленный полимерный пруток наносится на край одной геомембраны, наложенной на другую, образуя непрерывный шов. Устаревший метод "плоской экструзии" предусматривает введение

расплава между двумя листами. Во всех случаях поверхности под расплав должны быть предварительно подготовлены (например, шлифовкой или зачисткой).

4. Назначение и применение

4.1 Методы изготовления швов из неармированной HDPE-геомембраны изложены в стандартах ASTM. Однако конкретные численные значения прочности и сопутствующих характеристик швов в этих документах не указаны. Настоящая спецификация определяет такие значения, как минимальные или максимальные требования к свойствам при лабораторных испытаниях швов на сдвиг и отрыв.

5. Подготовка образцов

5.1 Интервал отбора полевых образцов может быть фиксированным, переменным или статистически обоснованным согласно GRI-GM14 и GM20. Возможен переход от самого жёсткого интервала (1 на 150 м) до полного использования метода поиска утечек с электрическим локализатором (ELLS).

***Примечание 1:** Конкретный интервал устанавливается проектировщиком или службой контроля качества (CQA - Construction Quality Assurance, система внешнего контроля и документирования качества работ на строительной площадке, выполняемая независимыми от подрядчика специалистами).*

5.2 Размеры полевых образцов должны соответствовать методике испытаний ASTM D6392 или CQA-плану.

5.3 Испытания производятся по ASTM D6392. Образцы предварительно кондиционируются согласно требованиям метода и оцениваются в соответствии со спецификацией.

6. Оценка результатов

6.1 Все сварные швы должны демонстрировать пластичный характер разрушения при испытаниях на сдвиг и отрыв по ASTM D6392 — то есть постепенное разрушение с деформацией, в отличие от хрупкого разрушения. Пластичное разрушение сопровождается отрывом по плёнке (FTB), при котором шов прочнее основного материала.

6.2 Для гладких и текстурированных HDPE-швов прочность всех пяти образцов шириной 25 мм при испытании на сдвиг должна соответствовать таблицам 3(a) и 3(b). Также требуется соответствие по удлинению. При испытаниях на отрыв — аналогично. Кроме того, разделение при отрыве не должно превышать значений из таблиц.

***Примечание 2:** Зона разделения может быть неравномерной и оценивается визуально. Не учитывается выдавленный материал.*

Недопустимые типы разрушения по ASTM D6392:

- для сварки клином: AD и AD-Brk > 25%
- для экструзионной сварки: AD1, AD2, AD-WLD

Примечание 3: *Разделение в плоскости (SIP) допустимо при соблюдении всех требований прочности и деформации.*

Все пять образцов должны демонстрировать допустимые типы разрушения.

7. Повторные испытания и отклонение

7.1 В случае несоответствия допускается повторное испытание в рамках CQA-плана.

8. Сертификация

8.1 По запросу CQA-инженера или сертифицирующего специалиста монтажник обязан предоставить подтверждение соответствия установленной геомембраны требованиям настоящей спецификации и результаты испытаний.

Таблица 3 (b) — Прочность швов и сопутствующие характеристики термосварных HDPE-геомембран

СВОЙСТВА	Результат испытаний						
	0.75 мм	1.00 мм	1.25 мм	1.50 мм	2.00 мм	2.50 мм	3.00 мм
Швы горячим клином (1)							
• прочность на сдвиг, Н/25 мм (мин.)	250	350	438	525	701	876	1050
• удлинение при разрыве, % (мин.) (2)	50	50	50	50	50	50	50
• прочность на отрыв, Н/25 мм (мин.)	197	263	333	398	530	661	793
• разделение при отрыве, % (макс.)	25	25	25	25	25	25	25
Экструзионные швы							
• прочность на сдвиг, Н/25 мм (мин.)	250	350	438	525	701	876	1050
• удлинение при разрыве, % (мин.) (2)	50	50	50	50	50	50	50
• прочность на отрыв, Н/25 мм (мин.)	170	225	285	340	455	570	680
• разделение при отрыве, % (макс.)	25	25	25	25	25	25	25

Редакция 19 от 11 июня 2026 г.

Примечания к таблицам 3(a)* и 3(b):

(1) Также для методов горячего воздуха и ультразвуковой сварки

(2) При полевых испытаниях измерения удлинения следует исключить

* - Таблицы в английских (U.S.) единицах исключены из адаптированной версии стандарта на русском языке.

Список редакций спецификации HDPE (GRI GM13)

«Методы испытаний, показатели качества и частота испытаний для геомембран HDPE»

- **Редакция 1 (20 ноября 1998 г.):** Изменения в отношении дисперсии углерода: ранее допускалось наличие 2 обзоров в Категории 3, в настоящее время все 10 обзоров должны относиться к Категориям 1 или 2; снижено значение удержания УФ с 60% до 50%.
- **Редакция 2 (29 апреля 1999 г.):** В Примечание 5 после описания дисперсии добавки добавлено пояснение: «(При анализе по ASTM D5596 допускается включать только окрылённые сферические агломераты)», а также внесены поправки в Примечание 4 таблиц.
- **Редакция 3 (28 июня 2000 г.):** Добавлен раздел 5.2, разъясняющий, что числовые значения в таблицах не являются минимальными средними значениями рулона (MARV) или максимальными средними значениями рулона (MaxARV); их интерпретация осуществляется согласно назначенному методу испытания.
- **Редакция 4 (13 декабря 2000 г.):** Допущена одна Категория 3 для дисперсии углеродосодержащей добавки; унифицирована терминология «прочность» и «удлинение».
- **Редакция 5 (15 мая 2003 г.):** Увеличено минимально допустимое время устойчивости к растрескиванию с 200 до 300 часов.
- **Редакция 6 (23 июня 2003 г.):** Принят ASTM D6693 вместо ASTM D638 для испытаний на растяжение; добавлено Примечание 2.
- **Редакция 7 (20 февраля 2006 г.):** Добавлено Примечание 6, разъясняющее понятие высоты шероховатости с точки зрения межфазного сдвига.
- **Редакция 8:** Рекомендованная гарантия из спецификации удалена.
- **Редакция 9 (1 июня 2009 г.):** Заменён тест GRI-GM12 для определения высоты шероховатости текстурированных геомембран на ASTM D7466.
- **Редакция 10 (11 апреля 2011 г.):** Добавлены альтернативные методы определения содержания углеродосодержащей добавки.
- **Редакция 11 (13 декабря 2012 г.):** Заменён стандарт GRI-GM11 на эквивалент ASTM D7238.
- **Редакция 12 (14 ноября 2014 г.):** Увеличено минимальное время устойчивости к растрескиванию с 300 до 500 часов; минимальная высота шероховатости текстурированного листа повышена с 10 до 16 мил (0,25 до 0,40 мм).
- **Редакция 13 (4 ноября 2015 г.):** Из таблиц удалена сноска о высоте шероховатости (Примечание 1).

- **Редакция 14 (6 января 2016 г.):** Исключено испытание методом «trouser tear» из Примечания 5.
- **Редакция 15 (9 сентября 2019 г.):** Проведено редакционное обновление для гармонизации таблиц.
- **Редакция 16 (17 марта 2021 г.):** Обновлён метод определения времени окислительной индукции с ASTM D3895 на ASTM D8117.
- **Редакция 17 (17 июля 2023 г.):** Добавлены требования к толщине свариваемых краёв текстурированных геомембран (Примечание 8).
- **Редакция 18 (3 апреля 2024 г.):** Удалено Примечание 8 и уточнена характеристика сварного края текстурированной геомембраны в таблицах 2a и 2b.
- **Редакция 19 (11 июня 2025 г.):** В приложение добавлены спецификации для сварных швов HDPE вместо спецификации GRI-GM19.