

Институт геосинтетики

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



Редакция 17 от 11 июня 2025 г.
(список редакций – см. стр.18)

Стандартная спецификация GRI – GM17*

«Методы испытаний, показатели испытаний и частота испытаний для линейного полиэтилена низкой плотности (LLDPE) гладких и текстурированных геомембран»

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 геосинтетики (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. Настоящая спецификация распространяется на геомембраны из **линейного полиэтилена низкой плотности (LLDPE)** с плотностью листа **0,939 г/см³ или ниже** в диапазоне толщин от **0,50 мм** до **3,0 мм**. Допускаются как гладкие, так и текстурированные геомембраны (см. рисунок 1).

* - Эта спецификация стандартов GRI была разработана Исследовательским институтом геосинтетических материалов 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 геосинтетики (GSI) – все права защищены.

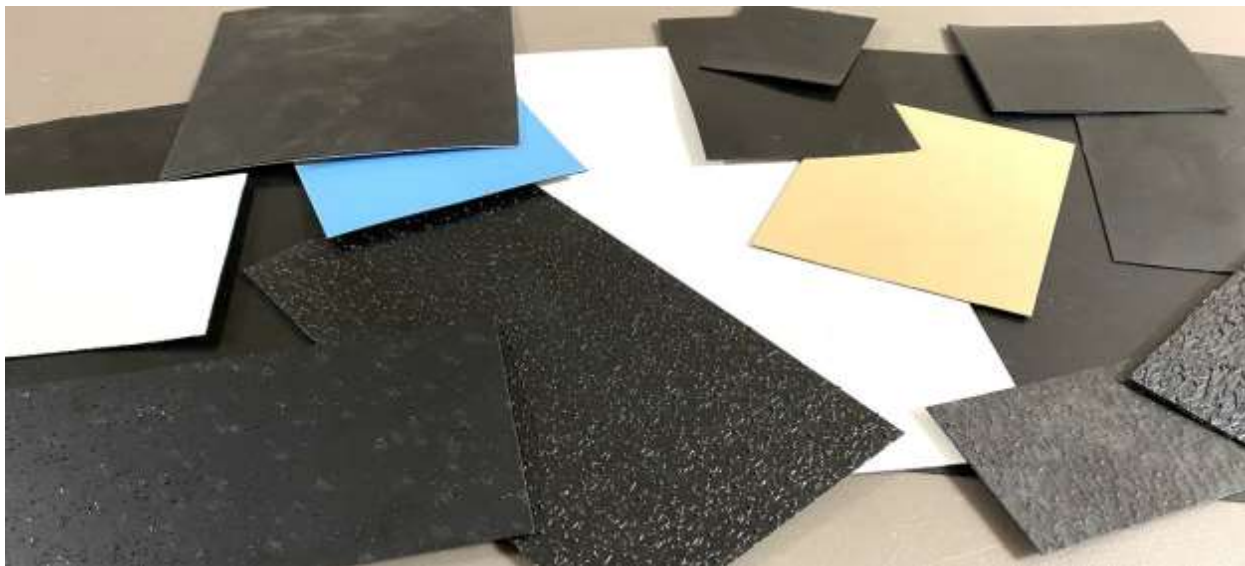


Рисунок 1 – Фотография образцов геомембран GRI-GM17

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 стабильного качества LLDPE-геомембран для общего применения.

Примечание 2. В отдельных проектах могут потребоваться дополнительные испытания или более строгие значения. В таких случаях необходимо взаимодействие с производителем.

Примечание 3. По вопросам монтажа пользователи должны обращаться к профильной 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.
- **D5323** – Методика определения 2%-го секущего модуля для полиэтиленовых геомембран.
- **D5596** – Метод испытания для микроскопического исследования дисперсии углеродосодержащей добавки в геосинтетических материалах.
- **D5617** – Метод испытания на многоосное растяжение геосинтетических материалов.
- **D5721** – Методика термоокислительного старения геомембран из полиолефина в печи при 85°C.
- **D5885** – Метод испытания для определения времени окислительной индукции (НР-ОИТ) 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. 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 (смол и добавок) и геосинтетической продукции.

3.3. LLDPE – линейный полиэтилен низкой плотности, сополимер этилена и α -олефинов (1-бутен, 1-гексен, 1-октен, 4-метил-1-пентен), с плотностью 0,915–0,926 г/см³.

3.4. Состав сырьевой смеси Смесь уникального набора ингредиентов, определяемая по типу, свойствам и количеству. Для геомембран из LLDPE состав определяется как точные процентные соотношения и виды смолы (или смол), добавок и сажи (carbon black).

3.5. **Номинальное значение (ном.)** Представленное 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 LLDPE геомембраны с плотностью листа не более **0,939 г/см³**, измеряемой по методам ASTM D1505 или ASTM D792 (при использовании последнего рекомендуется Метод В). Полиэтиленовая смола, используемая для изготовления геомембраны, как правило, имеет плотность **0,926 г/см³** или ниже и индекс текучести расплава по ASTM D1238 не более **1,0 г/10 мин**. Речь идет об исходной смоле, а не о составе готовой сырьевой смеси.

4.3. **Смола должна быть изготовлена из первичного материала (virgin resin) с содержанием возвратного материала (rework) не более 10%.** Если возвратный материал используется, он должен по составу соответствовать исходному материалу.

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 - для гладких LLDPE геомембран, а Таблица 2 - для одно- и двусторонне текстурированных LLDPE геомембран. Таблицы оформляются как в английских (U.S.)* единицах, так и в метрической (СИ) системе.

Примечание 4. 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.

Примечание 5. В ряде других спецификаций на LLDPE-геомембраны предусмотрены испытания, которые в настоящей спецификации отсутствуют, поскольку они устарели, нерелевантны либо дают данные, не требуемые для рутинного производственного контроля качества (MQC). Целенаправленно исключены следующие испытания:

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

- Потери летучих веществ
- Проницаемость для паров растворителей
- Размерная стабильность
- Водопоглощение
- Коэффициент линейного расширения
- Устойчивость к озону
- Устойчивость к почвенному захоронению
- Гидростатическая стойкость
- Ударная прочность при низкой температуре
- Ударная прочность при растяжении
- Испытания на растрескивание под напряжением (ESCR, ASTM D1693 и ASTM D5397)
- Испытание на разрыв по малому масштабу
- Широкополосное растяжение
- Различные токсикологические испытания
- Паропроницаемость
- Прочность полевых сварных швов

Примечание 6. В настоящую спецификацию включены испытания, которые обычно отсутствуют в других спецификациях на LLDPE-геомембраны, но являются актуальными и важными в контексте современных производственных процессов. Целенаправленно добавлены следующие испытания:

- Время индукции окисления (OIT)
- Старение в печи
- Устойчивость к ультрафиолетовому излучению
- Высота текстуры геомембраны

Примечание 7. В настоящей спецификации ряд испытаний, посвящённых отдельным свойствам, приведён в обновлённой редакции в соответствии с действующими стандартами. К ним относятся:

- Толщина текстурированного полотна
- Прочностные характеристики, включая 2%-й секущий модуль
- Стойкость к проколу
- Прочность при акси-симметричном разрушении
- Дисперсия сажи (при визуальной и последующей количественной интерпретации ASTM D5596 учитываются только почти сферические агломераты)

Примечание 8. Минимальное среднее значение высоты текстуры не отражает ожидаемое значение прочности на сдвиг на границе контакта. Прочность на сдвиг должна определяться прямыми испытаниями на сдвиг по ASTM D5321/ASTM D6243. Такие испытания должны быть включены в протокол контрольных испытаний качества (CQA) для конкретного объекта или официально отменены инженером-проектировщиком с согласия заказчика до укладки материалов.

Примечание 9. Если производится текстурированная геомембрана с гладкой кромкой для сварки, то эта кромка должна соответствовать требованиям по толщине геомембраны согласно Таблице 1.

5.2 Значения, приведённые в таблицах данной спецификации, должны интерпретироваться в соответствии с указанным методом испытаний. В этом отношении они не являются ни минимальными средними значениями по рулону (MARV), ни максимальными средними значениями по рулону (MaxARV).

5.3 Свойства LLDPE-геомембраны должны проверяться с минимальной частотой, указанной в Таблицах 1 и 2. Если в руководстве по контролю качества конкретного производителя предусмотрены более строгие требования, необходимо соблюдать их.

Примечание 10. Данная спецификация сосредоточена на производственном контроле качества (MQC). Испытания на соответствие (*conformance testing*) и контроль качества производства (MQA) выполняются по усмотрению заказчика и/или инженера по обеспечению качества. Рекомендуется тесное взаимодействие с производителем.

6. Качество изготовления и внешний вид

6.1. Гладкая геомембрана должна обладать хорошим внешним видом, без дефектов, способных негативно влиять на заявленные свойства.

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

6.3. Производственные процессы должны соответствовать внутренним руководствам 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 отклонение продукции проводится в соответствии с руководством по качеству производителя.

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).

9.2. Маркировка рулонов геомембраны должна осуществляться в соответствии с руководством по качеству производителя.

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 линейного полиэтилена низкой плотности (LLDPE) – гладкие											
СВОЙСТВА	МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ	ЕД.ИЗМ.	Результат испытаний								ЧАСТОТА ИСПЫТАНИЙ (минимальная)
			0.50 мм	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	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	-10,0	
Плотность листа (мин.ср.)	ASTM D-1505 / D-792	г/см³	≤ 0,939								90 000 кг
Свойства при растяжении (1) (мин.ср.)											
• Прочность на разрыв	ASTM D-6693, IV	кН/м	13	20	27	33	40	53	66	80	9 000 кг
• Удлинение при разрыве		%	800	800	800	800	800	800	800	800	
Секущий модуль при 2% деформации (макс.)	ASTM D-5323	МПа	414								Каждую рецептуру
Сопротивление разрыву (мин.ср.)	ASTM D-1004	Н	50	70	100	120	150	200	250	300	20 000 кг
Прочность на прокол (мин.ср.)	ASTM D-4833	Н	120	190	250	310	370	500	620	750	20 000 кг
Относительная деформация в момент разрыва при акси-симметричном растяжении (мин.)	ASTM D-5617)	%	30								Каждую рецептуру
Содержания углерода технического	ASTM D-4218 (2)	%	2,0 - 3,0								20 000 кг
Дисперсия углерода технического	ASTM D-5596	Категория	Примечание (3)								20 000 кг
Индукционное Время Окисления (мин.ср.) (4)											
• стандартное ИВО	ASTM D-8117	мин.	100								90 000 кг
-- или --											
• ИВО при высоком давлении	ASTM D-5885		400								
Тепловое старение при 85°С (5) - % ИВО оставшийся после 90 дней старения	ASTM D-5721										
• стандартное ИВО (мин.ср.)	ASTM D-8117	%	35								Каждую рецептуру
-- или --											
• ИВО при высоком давлении (мин.ср.)	ASTM D-5885		60								
Сопротивление УФ (6) - % ИВО оставшийся после 1600 ч. облучения (8)	ASTM D-7238										
• стандартное ИВО (мин.ср.)	ASTM D-8117	%	Не рекомендуется (7)								Каждую рецептуру
-- или --											
• ИВО при высоком давлении (мин.ср.)	ASTM D-5885		35								
Редакция 17 от 11 июня 2025 г.											

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

- (1) Средние значения в машинном (MD) и поперечном (XMD) направлениях должны определяться на основе 5 образцов в каждом направлении.
Удлинение при разрыве вычисляется при базовой длине 50 мм и скорости деформации 50 мм/мин.
- (2) Другие методы, такие как ASTM D1603 (трубчатая печь) или ASTM D6370 (ТГА), допустимы, если установлена корректная корреляция с ASTM D4218 (муфельная печь).
- (3) Дисперсия сажи (учитываются только почти сферические агломераты) для 10 различных полей зрения: 9 должны попадать в категории 1 или 2, и 1 допускается в категории 3.
- (4) Производитель имеет право выбора одного из методов OIT, перечисленных в таблице, для оценки содержания антиоксидантов в геомембране.
- (5) Рекомендуется также проводить оценку образцов на 30-й и 60-й дни для сравнения с результатом на 90-й день.
- (6) Условия испытания: 20 часов воздействия УФ при 75 °C, затем 4 часа конденсации при 60 °C.
- (7) Не рекомендуется, поскольку высокая температура при испытании Standard-OIT даёт нереалистичный результат для некоторых антиоксидантов в образцах, подвергшихся УФ-воздействию.
- (8) Устойчивость к УФ определяется по проценту остаточного значения независимо от исходного значения HP-OIT.

Таблица 2 (б) – Геомембраны из линейного полиэтилена низкой плотности (LLDPE-Т) – текстурированные с одной или с двух сторон											
СВОЙСТВА	МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ	ЕД.ИЗМ.	Результат испытаний								ЧАСТОТА ИСПЫТАНИЙ (минимальная)
			0.50 мм	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	0.50 -5%	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	-10	
• самый низкий результат для любого из 10 значений		%	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	
Толщина сварной кромки (если применимо) (мин. для отдельного образца) (1)	ASTM D-5199 (применительно)	мм	0.5 -10%	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/см³	≤ 0,939								90 000 кг
Свойства при растяжении (3) (мин.ср.)	ASTM D-6693, IV										9 000 кг
• Прочность на разрыв		кН/м	5	9	11	13	16	21	26	31	
• Удлинение при разрыве		%	250	250	250	250	250	250	250	250	
Секущий модуль при 2% деформации (макс.)	ASTM D-5323	МПа	414								Каждую рецептуру
Сопrotивление разрыву (мин.ср.)	ASTM D-1004	Н	50	70	100	120	150	200	250	300	20 000 кг
Прочность на прокол (мин.ср.)	ASTM D-4833	Н	100	150	200	250	300	400	500	600	20 000 кг
Относительная деформация в момент разрыва при акси-симметричном растяжении (мин.)	ASTM D-5617)	%	30								Каждую рецептуру
Содержания углерода технического (диапазон)	ASTM D-4218 (4)	%	2,0 - 3,0								20 000 кг
Дисперсия углерода технического	ASTM D-5596	Категория	Примечание (5)								20 000 кг
Индукционное Время Окисления (мин.ср.) (6)	ASTM D-8117	мин.									90 000 кг
• стандартное ИВО			100								
-- или --											
• ИВО при высоком давлении	ASTM D-5885		400								
Тепловое старение при 85°С (7) - % ИВО оставшийся после 90 дней старения	ASTM D-5721	%									Каждую рецептуру
• стандартное ИВО (мин.ср.)	ASTM D-8117		35								
-- или --											
• ИВО при высоком давлении (мин.ср.)	ASTM D-5885		60								
Сопrotивление УФ (8) - % ИВО оставшийся после 1600 ч. облучения (10)	ASTM D-7238	%									Каждую рецептуру
• стандартное ИВО (мин.ср.)	ASTM D-8117		Не рекомендуется (9)								
-- или --											
• ИВО при высоком давлении (мин.ср.)	ASTM D-5885		35								

Редакция 17 от 11 июня 2025 г.

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

- (1) Для текстурированной геомембраны с гладкой кромкой для сварки один образец следует отбирать с каждой кромки в пределах 150 мм от края полотна. Эти индивидуальные значения толщины должны указываться отдельно от толщины текстурированной части геомембраны.
- (2) Для двусторонне текстурированного полотна измерения следует выполнять, чередуя стороны.
- (3) Средние значения в машинном (MD) и поперечном (XMD) направлениях должны определяться на основе 5 образцов в каждом направлении. Удлинение при разрыве вычисляется при базовой длине 50 мм и скорости деформации 50 мм/мин.
- (4) Другие методы, такие как ASTM D1603 (трубчатая печь) или ASTM D6370 (ТГА), допустимы, если установлена корректная корреляция с ASTM D4218 (муфельная печь).
- (5) Дисперсия сажи (учитываются только почти сферические агломераты) для 10 различных полей зрения: 9 должны попадать в категории 1 или 2, и 1 допускается в категории 3.
- (6) Производитель имеет право выбора одного из методов OIT, перечисленных в таблице, для оценки содержания антиоксидантов в геомембране.
- (7) Рекомендуется также проводить оценку образцов на 30-й и 60-й дни для сравнения с результатом на 90-й день.
- (8) Условия испытания: 20 часов воздействия УФ при 75 °C, затем 4 часа конденсации при 60 °C.
- (9) Не рекомендуется, поскольку высокая температура при испытании Standard-OIT даёт нереалистичный результат для некоторых антиоксидантов в образцах, подвергшихся УФ-воздействию.
- (10) Устойчивость к УФ определяется по проценту остаточного значения независимо от исходного значения HP-OIT.

Дополнительное приложение

«Прочность швов и сопутствующие характеристики термически сваренных LLDPE-геомембран, подпадающих под действие спецификации GRI-GM17»

1. Область применения

1.1 Настоящая спецификация охватывает требования к прочности и сопутствующим характеристикам термически сваренных однородных, неармированных швов из линейного полиэтилена низкой плотности (LLDPE).

1.2 Следует чётко указать, что ответственность за соответствие швов требованиям, изложенным в приложении к данной спецификации, лежит на монтажнике геомембраны. Производитель геомембраны не несёт ответственности за положения, содержащиеся в приложении.

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

Примечание 1: Спецификация не описывает детали методов испытаний или конкретные процедуры тестирования, а ссылается на методы ASTM D6392, где применимо.

1.4 Основные методы термического соединения — сварка горячим клином (одинарный и двойной шов) и экструзионная сварка прутком. Допустимыми, но менее распространёнными методами являются сварка горячим воздухом и ультразвук, которые рассматриваются как подкатегории сварки горячим клином.

1.5 Спецификация не устанавливает конкретные интервалы между отбором образцов для разрушающего контроля швов в полевых условиях на объекте. Для этого существуют отдельные стандарты GRI: GM14 и GM20.

1.6 Спецификация применяется только к лабораторным испытаниям при соблюдении условий окружающей среды в пределах допусков ASTM D6392.

1.7 Спецификация не охватывает все возможные вопросы безопасности, связанные с её применением. Ответственность за соблюдение норм охраны труда и законодательства лежит на пользователе.

2. Ссылочные документы

2.1 Стандарты ASTM

D6392 — Стандартный метод определения прочности швов неармированных геомембран, выполненных термической сваркой.

2.2 Прочие источники

EPA 600/2.88/052 — Руководство по герметизации объектов хранения отходов.

2.3 Стандарты GRI

GM14 — Руководство по выбору интервалов отбора образцов швов методом атрибутов.

GM17 — Стандартные требования к свойствам и частоте испытаний гладких и текстурированных геомембран из LLDPE.

GM20 — Руководство по выбору интервалов отбора образцов швов с использованием контрольных графиков.

3. Определения

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

3.2 Сварка горячим клином — термический метод, при котором нагретый металлический клин расплавляет поверхности двух геомембран, после чего они соединяются под давлением. Возможны двойные швы с промежутком между дорожками.

3.3 Сварка горячим воздухом — метод, при котором горячий воздух или газ расплавляет поверхности геомембран, которые затем соединяются под давлением.

3.4 Сварка ультразвуком — метод, аналогичный горячему клину, но с использованием ультразвуковых колебаний. Также возможны двойные швы.

3.5 Экструзионная сварка прутком — метод, при котором расплавленный полимер наносится на край одного полотна геомембраны, перекрывающего другой, с образованием непрерывного соединения. Поверхности должны быть предварительно подготовлены (шлифовка или зачистка).

4. Назначение и применение

4.1 Существующие стандарты ASTM описывают методы выполнения термических сварных швов полиолефиновых геомембран в полевых условиях. Однако они не содержат числовых значений прочности швов. Настоящая спецификация устанавливает минимальные и максимальные значения свойств швов, полученных в полевых условиях и протестированных в лаборатории. Стандарты GM14 и GM20 дают рекомендации по интервалам отбора образцов.

5. Подготовка образцов

5.1 Интервалы отбора образцов швов могут быть фиксированными, переменными или статистически обоснованными согласно GM14 и GM20. Диапазон — от 1 образца на 150 м до полной замены на метод электрического поиска утечек (ELLS).

Примечание 2: Конкретный интервал определяется проектировщиком или CQA-организацией.

5.2 Размеры образцов должны соответствовать ASTM D6392 или плану CQA на объекте.

5.3 Испытания отдельных образцов проводятся по ASTM D6392. Перед испытанием образцы должны быть кондиционированы согласно методике.

6. Оценка результатов испытаний швов

6.1 Все швы должны демонстрировать пластичный (вязкий) характер разрушения при испытаниях на сдвиг и отрыв по ASTM D6392, т.е. постепенное разрушение с деформацией материала, в отличие от хрупкого разрушения, которое происходит резко. Хрупкость может быть вызвана чрезмерной шлифовкой или перегревом при сварке. При пластичном разрушении наблюдается эффект "разрыва плёнки" (FTB), когда прочность шва превышает прочность основного материала.

6.2 Для швов для гладких и текстурированных геомембран из LLDPE все 5 образцов шириной 25 мм должны соответствовать требованиям по прочности и удлинению, указанным в таблицах 3(a)* и 3(b).

6.3 Недопустимые типы разрушения (по ASTM D6392):

- Для сварки горячим клином: AD и AD-Brk > 25%
- Для: AD1, AD2, AD-WLD

Примечание 3: Разрушение по плоскости (SIP) допустимо, если соблюдены требования по прочности, удлинению и отрыву.

Все 5 образцов должны демонстрировать допустимые типы разрушения.

7. Повторные испытания и отклонение

7.1 В случае несоответствия результатов требованиям спецификации, повторные испытания или отклонение партии должны проводиться согласно плану контроля качества на объекте (CQA).

8. Сертификация

8.1 По запросу инспектора CQA или сертифицирующего инженера, монтажник должен предоставить сертификат о том, что геомембрана была установлена и протестирована в соответствии с данной спецификацией, а также отчёт о результатах испытаний по завершении монтажа.

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

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

СВОЙСТВА	Результат испытаний							
	0.50 мм	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.)	131	197	263	328	394	525	657	788
• удлинение при разрыве, % (мин.) (2)	50	50	50	50	50	50	50	50
• прочность на отрыв, Н/25 мм (мин.)	109	166	219	276	328	438	547	657
• разделение при отрыве, % (макс.)	25	25	25	25	25	25	25	25
Экструзионные швы								
• прочность на сдвиг, Н/25 мм (мин.)	131	197	263	328	394	525	657	788
• удлинение при разрыве, % (мин.) (2)	50	50	50	50	50	50	50	50
• прочность на отрыв, Н/25 мм (мин.)	95	150	190	250	290	385	500	595
• разделение при отрыве, % (макс.)	25	25	25	25	25	25	25	25

Редакция 17 от 11 июня 2026 г.

Примечания к таблице 3(b):

(1) Также для методов сварки горячим воздухом и ультразвуком.

(2) При полевых испытаниях измерения удлинения следует исключить.

Список редакций спецификации LLDPE (GRI GM17)

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

Принята: 3 апреля 2000 г.

Редакция 1: 28 июня 2000 г.

Добавлен новый раздел 5.2, уточняющий, что значения в таблицах не являются MARV или MaxARV. Они должны интерпретироваться согласно указанным методам испытаний. Также исправлена опечатка в обозначении метода испытаний для толщины текстурированного полотна – с ASTM D5199 на ASTM D5994.

Редакция 2: 13 декабря 2000 г.

Разрешено одно значение в категории 3 для дисперсии сажи. Также унифицирована терминология: использованы термины «прочность» и «удлинение».

Редакция 3: 23 июня 2003 г.

Введён ASTM D6693 (вместо ASTM D638) для испытаний на прочность при растяжении. Добавлено Примечание 4.

Редакция 4: 20 февраля 2006 г.

Добавлено Примечание 9, уточняющее высоту текстуры в контексте прочности на сдвиг.

Редакция 5: (дата не указана)

Из спецификации удалено рекомендованное требование по гарантии.

Редакция 6: 1 июня 2009 г.

Метод испытаний GRI-GM12 для высоты текстуры геомембран заменён на ASTM D7466.

Редакция 7: 11 апреля 2011 г.

Добавлены альтернативные методы испытания содержания сажи.

Редакция 8: 3 октября 2011 г.

Расширен перечень комономеров в определении LLDPE.

Редакция 9: 14 декабря 2012 г.

GRI-GM12 заменён на эквивалентный ASTM D7238.

Редакция 10: 14 ноября 2014 г.

Увеличена минимальная высота текстуры геомембраны с 10 mils (0,25 мм) до 16 mils (0,40 мм).

Редакция 11: 13 апреля 2015 г.

Исправлена ошибка пересчёта единиц измерения для толщины 0,75 мм (30 mil) при определении свойства «2%-й секущий модуль». Значение изменено с 370 Н/мм на 315 Н/мм в таблицах в метрических единицах для согласования с таблицами в английских единицах.

Редакция 12: 4 ноября 2015 г.

Удалена сноска (1) к показателю высоты текстуры в таблицах.

Редакция 13: 9 сентября 2019 г.
Выполнено редакционное обновление для гармонизации таблиц.

Редакция 14: 17 марта 2021 г.
Обновлён стандарт испытания Std-OIT с ASTM D3895 на ASTM D8117.

Редакция 15: 17 июля 2023 г.
Изменены единицы измерения для ASTM D5323 (2%-й секущий модуль) с Н/мм (lb/in) на МПа (psi). Добавлено Примечание 9 о толщине кромки для сварки.

Редакция 16: 4 октября 2024 г.
Уточнена характеристика текстурированных геомембран с гладкой кромкой в отношении измерения толщины в таблицах 2a и 2b.

Редакция 17: 11 июня 2025 г.
В Приложение добавлены характеристики сварных швов (взамен GRI GM19a).