

Институт геосинтетики

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



Редакция 2 от 03 ноября 2025 г.
 (список редакций – см. стр. 16)

Стандартная спецификация GRI GM42*

«Методы испытаний, характеристики и периодичность испытаний геомембраны из полиэтилена высокой плотности (HDPE), используемой в экстремальных условиях (HP)»

Данная спецификация разработана Исследовательским институтом геосинтетических материалов (GRI) при содействии входящих в его состав организаций для общего 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 полиэтилена высокой плотности (HDPE) с расчетной плотностью 0,945 г/см³ или выше, в диапазоне толщин от 1,5 мм до 3,0 мм.** Данная спецификация охватывает 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.

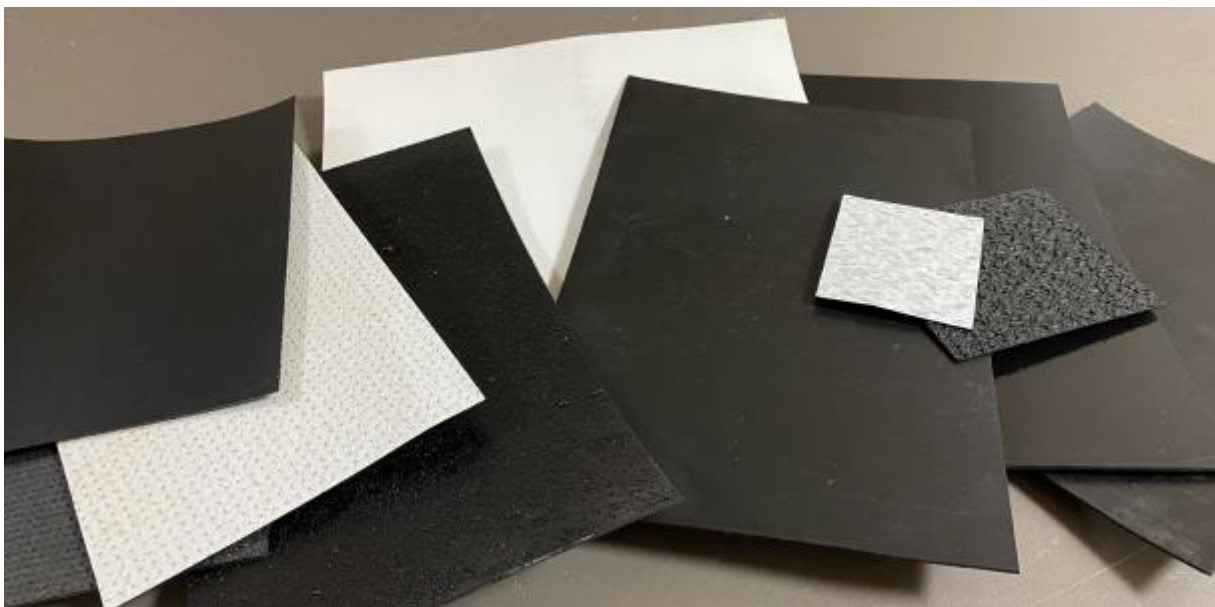


Рисунок 1 – Фотография образцов геомембран GRI-GM42

1.2. Настоящая спецификация устанавливает набор минимальных физических, механических и химических характеристик, которым производимая геомембрана должна соответствовать или превышать их. В некоторых случаях указан диапазон значений.

1.3. В контексте систем и менеджмента качества данная спецификация представляет собой Производственный контроль качества (MQC).

***Примечание 1:** Производственный контроль качества (MQC) представляет собой действия, предпринимаемые производителем для обеспечения соответствия продукта заявленным целям и характеристикам, изложенным в данной спецификации.*

1.4. Настоящая стандартная спецификация предназначена для обеспечения надлежащего качества и производительности **HP-HDPE геомембран (High Performance High Density Polyethylene – геомембраны из полиэтилена высокой плотности, предназначенные для экстремальных условий эксплуатации)** в общих областях применения, но может быть недостаточной в конкретной ситуации. Для определенных условий эксплуатации могут потребоваться дополнительные испытания или более строгие значения указанных тестов.

***Примечание 2:** Для получения информации о методах монтажа пользователи данного стандарта могут обратиться к литературе по геосинтетическим материалам, посвященным этой теме.*

2. Нормативные документы

2.1. Стандарты ASTM

- **D 792** Удельный вес (относительная плотность) и плотность пластмасс методом вытеснения
- **D 1004** Метод испытания начального сопротивления надрыву пластиковых пленок и листов
- **D 1238** Метод испытания скорости течения термопластов с помощью экструзионного пластометра
- **D 1505** Метод испытания плотности пластмасс методом градиента плотности
- **D 1603** Метод испытания содержания сажи в олефиновых пластмассах
- **D 4218** Метод определения содержания сажи в соединениях полиэтилена методом муфельной печи
- **D 4703** Стандартная практика литья под давлением термопластичных материалов в испытательные образцы, пластины или листы
- **D 4833** Метод испытания сопротивления проколу геотекстилей, геомембран и им подобных продуктов
- **D 5199** Метод измерения номинальной толщины геотекстилей и геомембран
- **D 5322** Стандартная практика проведения лабораторных процедур погружения для оценки химической стойкости геосинтетиков к жидкостям
- **D 5397** Процедура проведения испытания на постоянное растягивающее усилие с надрезом (SP-NCTL): Приложение
- **D 5596** Метод микроскопической оценки дисперсии сажи в полиолефиновых геосинтетиках
- **D 5721** Практика термоокислительного старения полиолефиновых геомембран
- **D 5885** Метод определения времени окислительной индукции полиолефиновых геосинтетиков методом дифференциальной сканирующей калориметрии при высоком давлении (HP-OIT)
- **D 5994** Метод измерения толщины сердцевины текстурированных геомембран
- **D 6370** Стандартный метод испытания – составной анализ методом термогравиметрии (TGA)
- **D 6693** Метод определения прочностных характеристик при растяжении неармированных полиэтиленовых и гибких полипропиленовых геомембран
- **D 7238** Метод определения воздействия на неармированную полиолефиновую геомембрану условий окружающей среды с использованием флуоресцентного УФ-конденсационного аппарата
- **D 7466** Метод измерения высоты шероховатости текстурированных геомембран
- **D 8117** Метод испытания времени окислительной индукции (OIT) полиолефинов методом дифференциальной сканирующей калориметрии при стандартном давлении

2.2. Стандарты GSI

- **GRI GM40** Стандартная процедура подготовки образцов для ускоренных испытаний на стойкость к окислению полиолефиновых геомембран
- **GRI GM41** Стандартная процедура ускоренных испытаний на стойкость к окислению полиолефиновых геомембран

2.3. Другие ссылки

- Техническое руководство Агентства по охране окружающей среды США «Обеспечение качества и контроль качества для объектов содержания отходов», **EPA/600/R-93/182**, сентябрь 1993 г., 305 стр.

3. Термины и определения

3.1. Производственный контроль качества (MQC) - Планируемая система инспекций, которая используется для непосредственного мониторинга и контроля производства материала на заводе. MQC обычно выполняется производителем геосинтетических материалов для обеспечения заявленных характеристик произведенных материалов. MQC относится к мерам, принимаемым производителем для определения соответствия требованиям к материалам и качеству изготовления, указанным в договорах и сертификатах. (EPA/600/R-93/182).

3.2. Производственное обеспечение качества (MQA) - Планируемая система мероприятий, которая обеспечивает уверенность в том, что материалы были изготовлены в соответствии с договорами и сертификатами. MQA включает проверки производственных мощностей, верификации, аудиты и оценку сырья (смол и добавок) и самой продукции, для оценки качества произведенных материалов. MQA относится к мерам, принимаемым независимой организацией MQA, чтобы установить соответствие изготовленного материала договорам, сертификатам и проектной документации (EPA/600/R-93/182).

3.3. Рецепттура (Formulation) - Смесь уникальной комбинации ингредиентов определенного типа, свойств и количества. Для HP HDPE-геомембран рецепттура определяется как точные процентные соотношения и типы смол(ы), добавок и сажи.

3.4. Номинальный (Nominal) - Представительное значение измеряемого свойства, определенного в заданных условиях, с помощью которого может быть описан продукт.

3.5. Экстремальные условия (Extreme Conditions) – Интенсивное воздействие солнечной радиации на больших высотах и химическое воздействие широкого спектра соединений, включая сильные кислоты и основания, восстановители, окислители и растворители.

HDPE геомембрана, изготовленная по данной спецификации, показала удовлетворительные рабочие характеристики при температурах до +82°C и ниже –46°C в течение длительного времени. Условия, где необходимы длительные сроки службы, встречаются в горнодобывающей промышленности, опасных свалках отходов и в химической промышленности.

4. Классификация материала и рецепттура

4.1. Настоящая спецификация распространяется на геомембраны из полиэтилена с расчетной плотностью 0,945 г/см³ или выше. Плотность может быть измерена по ASTM D 1505 или ASTM D 792.

4.2. Геомембрана в соответствии с настоящей спецификацией должна быть изготовлена из каталитически полученной (реакторной) бимодальной полиэтиленовой композиции, а не из смеси мономодальных.

4.3. Массовая доля переработанного материала не должна превышать 2% и иметь тот же состав, что и исходный материал (т.е. только обрезки кромок).

4.4. В рецептуру не допускается добавлять постпотребительский полиэтилен (PCR) любого типа, в т.ч. переработанный или регенерированный полимер.

5. Требования к физическим, механическим и химическим свойствам

5.1. Геомембрана должна соответствовать требованиям, установленным в Таблице 1 и Таблице 2 данной спецификации.

5.2. Значения, перечисленные в Таблице 1 и Таблице 2, 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 геомембраны должны испытываться с минимальной периодичностью, которая указана в Таблице 1 и Таблице 2. Если руководство по контролю качества производителя более строгое и должным образом сертифицировано, оно также должно соблюдаться.

5.4. Базовое испытание для определения индукционного времени окисления (ИВО) проводится на образцах, подготовленных в соответствии с процедурой GRI GM40 (формование пластин).

5.5. Испытания на долговечность (термоокисление, химическое старение и стойкость к УФ-излучению) проводятся на образцах, подготовленных в соответствии с процедурами GRI GM40 и GRI GM41 (отжиг).

6. Качество изготовления и внешний вид

6.1. Геомембрана должна иметь хороший внешний вид и не иметь дефектов, которые могли бы повлиять на заявленные производителем свойства.

6.2. Текстурированная геомембрана должна иметь однородный внешний вид текстуры, не иметь агломерированных участков текстурного материала и дефектов, которые могли бы повлиять на заявленные производителем свойства.

6.3. Общие производственные процедуры должны выполняться в соответствии с внутренним руководством и/или документами по контролю качества производителя.

7. Отбор образцов для производственного контроля качества MQC

7.1. Отбор образцов должен осуществляться в соответствии с конкретными методами испытаний, перечисленными в Таблице 1 и Таблице 2. Если в конкретном методе испытаний не указан протокол отбора проб, то испытательные образцы должны отбираться равномерно по всей ширине рулона.

7.2. Количество испытаний должно быть выполнено согласно соответствующим методам, перечисленным в Таблице 1 и Таблице 2.

7.3. Среднее значение результатов испытаний должно рассчитываться в соответствии с конкретным применяемым стандартом и сравниваться с минимальным значением, указанным в этих таблицах. Перечисленные в таблицах значения являются минимальными средними значениями и обозначаются как «мин. ср.».

8. Повторные испытания и отбраковка по MQC

8.1. Если результаты любого испытания не соответствуют требованиям данной спецификации, повторные испытания для определения соответствия или отбраковки должны проводиться в соответствии с производственным протоколом, изложенным в руководстве по качеству производителя.

9. Упаковка и транспортировка

9.1. Геомембрана должна быть намотана на жесткий цельный или составной сердечник и надежно закреплена специальными ремнями/стропами или другими подходящими средствами. Рулоны должны быть пригодны для безопасной транспортировки до пункта поставки, если иное не указано в договоре.

10. Сертификация

10.1. По запросу покупателя, указанного в договоре или заказе, производитель обязан предоставить сертификат, подтверждающий, что материал был изготовлен и испытан в соответствии с данной спецификацией, а также отчет о результатах испытаний – при отгрузке продукции.

Таблица 1 — Геомембраны из полиэтилена высокой плотности, для эксплуатации в экстремальных условиях (НР-HDPE) гладкие (1) и (2)							
СВОЙСТВА	МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ	ЕД.ИЗМ.	Результат испытаний				ЧАСТОТА ИСПЫТАНИЙ (минимальная)
			1.50 мм	2.00 мм	2.50 мм	3.00 мм	
Базовые свойства материала							
Толщина (минимальная средняя)	ASTM D 5199	мм	1.50	2.00	2.5	3.00	Каждый рулон
Плотность материала (мин.ср.)	ASTM D 1505 / D 792	г/см³	0.945				90 000 кг
Свойства при растяжении (3) (мин.ср.)	ASTM D 6693, IV	кН/м	22	29	37	44	9 000 кг
• Предел текучести		кН/м	40	53	67	80	
• Предел прочности		%	12	12	12	12	
• Удлинение при текучести		%	500	500	500	500	
• Удлинение при разрыве							
Сопротивление надрыву (мин.ср.)	ASTM D 1004	Н	187	249	311	374	20 000 кг
Сопротивление проколу (мин.ср.)	ASTM D 4833	Н	480	640	800	960	20 000 кг
Содержания углерода (сажи) (5)	ASTM D 4218	%	2.0 - 3.0				9 000 кг
Дисперсия углерода (сажи) (6)	ASTM D 5596	Категория	1 или 2				20 000 кг
Испытания на долговечность (долговременная прочность и устойчивость к старению)							
Стойкость к растрескиванию (4)	ASTM D 5397 (Приложение)	час	1500				Каждые полгода
Индукционное Время Окисления (ИВО)* (мин.ср.) (7)	ASTM D 8117 ASTM D 5885	мин	100				90 000 кг
• стандартное ИВО			400				
• ИВО-ВД (при высоком давлении)							
(* - испытание образцов, подготовленных в соответствии с процедурой GRI GM40)							
Стойкость к окислению (8) - % сохранившихся свойств после старения в печи при 85°C в течение 350 часов*	ASTM D 5721	%					Каждую рецептуру
• стандартное ИВО (мин.ср.)	ASTM D 8117		55				
• ИВО-ВД (мин.ср.)	ASTM D 5885		80				
(* - испытание образцов, подготовленных в соответствии с процедурами GRI GM40 и GRI GM41)							
Стойкость к УФ (8) - % сохранившихся свойств после облучения УФ в течение 350 часов*	ASTM D 7238	%					Каждую рецептуру
• ИВО-ВД (мин.ср.)	ASTM D 5885		50				
(* - испытание образцов, подготовленных в соответствии с процедурами GRI GM40 и GRI GM41)							
Химическая стойкость (8) - % сохранившихся свойств после старения в растворе хлора (10 мг/л) при 50°C в течение 350 часов*	ASTM D 5322	%					Каждую рецептуру
• стандартное ИВО (мин.ср.)	ASTM D 8117		55				
• ИВО-ВД (мин.ср.)	ASTM D 5885		80				
(* - испытание образцов, подготовленных в соответствии с процедурами GRI GM40 и GRI GM41)							
Редакция 2 от 03 ноября 2025 г.							

Примечания к Таблице 1:

- (1) В рецептуру данной геомембраны строго запрещено добавление материалов из вторичного потребительского сырья. Допускается возврат в рецептуру не более 2% переработанного материала той же рецептуры (т.е. обрезки кромок).
- (2) Кромки должны быть промаркированы для сварки и защищены от воздействия окружающей среды до сварки.
- (3) Средние значения в машинном направлении (MD) и поперек машинного направления (XMD) должны быть приняты на основе испытаний 5 образцов для каждого направления.
 - Относительное удлинение при текучести рассчитывается с использованием расчетной длины 33 мм.
 - Относительное удлинение при разрыве рассчитывается с использованием расчетной длины 51 мм.
- (4) Напряжение текучести, используемое для расчета приложенной нагрузки для испытания SP-NCTL, должно быть средним значением производителя, полученным в результате производственных испытаний.
- (5) Другие методы, такие как D 1603 (трубчатая печь) или D 6370 (TGA), приемлемы, если может быть установлена соответствующая корреляция с D 4218 (муфельная печь).
- (6) Дисперсия сажи (только почти сферические агломераты) должна оцениваться по 10 различным видам.
- (7) Испытание ИВО должно проводиться на образцах, подготовленных в соответствии с процедурой GRI GM40 (формование пластин).
- (8) Все испытания на воздействие окружающей среды (старение) должны проводиться на образцах, подготовленных в соответствии с процедурой GRI GM40 (формование пластин) и последующей процедурой GRI GM41 (отжиг).

Таблица 2 — Геомембраны из полиэтилена высокой плотности, для эксплуатации в экстремальных условиях (НР HDPE-Т) текстурированные (1) и (2)							
СВОЙСТВА	МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ	ЕД.ИЗМ.	Результат испытаний				ЧАСТОТА ИСПЫТАНИЙ (минимальная)
			1.50 мм	2.00 мм	2.50 мм	3.00 мм	
Базовые свойства материала							
Толщина текстурированной области полотна (минимальная средняя)	ASTM D 5994	мм	1.50	2.00	2.5	3.00	Каждый рулон
Толщина гладкой области полотна (если применимо) в зоне сварки (мин.ср.) (3)	ASTM D-5199 (прим.)	мм	1.50	2.00	2.5	3.00	Каждый рулон
Высота текстуры (выступов) (мин.ср.) (4)	ASTM D-7466	мм	0.40				Каждый 2-й рулон
Плотность материала (мин.ср.)	ASTM D 1505 / D 792	г/см³	0.945				90 000 кг
Свойства при растяжении (5) (мин.ср.)	ASTM D 6693, IV	кН/м	22	29	37	44	9 000 кг
• Предел текучести		кН/м	16	21	26	32	
• Предел прочности		%	12	12	12	12	
• Удлинение при текучести		%	100	100	100	100	
• Удлинение при разрыве							
Сопротивление надрыву (мин.ср.)	ASTM D 1004	Н	187	249	311	374	20 000 кг
Сопротивление проколу (мин.ср.)	ASTM D 4833	Н	400	534	667	800	20 000 кг
Содержания углерода (сажи) (7)	ASTM D 4218	%	2.0 - 3.0				9 000 кг
Дисперсия углерода (сажи) (8)	ASTM D 5596	Категория	1 или 2				20 000 кг
Испытания на долговечность (долговременная прочность и устойчивость к старению)							
Стойкость к растрескиванию (6)	ASTM D 5397 (Приложение)	час	1500				Каждые полгода
Индукционное Время Окисления (ИВО)* (мин.ср.) (9)	ASTM D 8117 ASTM D 5885	мин	100				90 000 кг
• стандартное ИВО			400				
• ИВО-ВД (при высоком давлении)							
(* - испытание образцов, подготовленных в соответствии с процедурой GRI GM40)							
Стойкость к окислению (10) - % сохранившихся свойств после старения в печи при 85°С в течение 350 часов*	ASTM D 5721	%					Каждую рецептуру
• стандартное ИВО (мин.ср.)	ASTM D 8117		55				
• ИВО-ВД (мин.ср.)	ASTM D 5885		80				
(* - испытание образцов, подготовленных в соответствии с процедурами GRI GM40 и GRI GM41)							
Стойкость к УФ (10) - % сохранившихся свойств после облучения УФ в течение 350 часов*	ASTM D 7238	%					Каждую рецептуру
• ИВО-ВД (мин.ср.)	ASTM D 5885		50				
(* - испытание образцов, подготовленных в соответствии с процедурами GRI GM40 и GRI GM41)							
Химическая стойкость (10) - % сохранившихся свойств после старения в растворе хлора (10 мг/л) при 50°С в течение 350 часов*	ASTM D 5322	%					Каждую рецептуру
• стандартное ИВО (мин.ср.)	ASTM D 8117		55				
• ИВО-ВД (мин.ср.)	ASTM D 5885		80				
(* - испытание образцов, подготовленных в соответствии с процедурами GRI GM40 и GRI GM41)							
Редакция 2 от 03 ноября 2025 г.							

Примечания к Таблице 2:

- (1) В рецептуру данной геомембраны строго запрещено добавление материалов из вторичного потребительского сырья. Допускается возврат в рецептуру не более 2% переработанного материала той же рецептуры (т.е. обрезки кромок).
- (2) Кромки должны быть промаркированы для сварки и защищены от воздействия окружающей среды до сварки.
- (3) Для текстурированной геомембраны с гладкой сварной кромкой необходимо взять по одному образцу с каждой стороны в пределах 150 мм от края листа. Результаты этих испытаний должны указываться отдельно от толщины текстурированной области геомембраны.
- (4) Чередовать сторону измерения для полотна, текстурированного с двух сторон.
- (5) Средние значения в машинном направлении (MD) и поперек машинного направления (XMD) должны быть приняты на основе испытаний 5 образцов для каждого направления.
 - Относительное удлинение при текучести рассчитывается с использованием расчетной длины 33 мм.
 - Относительное удлинение при разрыве рассчитывается с использованием расчетной длины 50 мм.
- (6) Испытание SP-NCTL не подходит для геомембран с текстурированными или шероховатыми поверхностями. Испытание должно проводиться на гладких кромках текстурированной геомембраны, либо – испытание гладкой геомембраны той же рецептуры.
 - Напряжение текучести, используемое для расчета приложенной нагрузки для испытания SP-NCTL, должно быть средним значением производителя, полученным в результате производственных испытаний.
- (7) Другие методы, такие как D 1603 (трубчатая печь) или D 6370 (TGA), приемлемы, если может быть установлена соответствующая корреляция с D 4218 (муфельная печь).
- (8) Дисперсия сажи (только почти сферические агломераты) должна оцениваться по 10 различным видам.
- (9) Испытание ИВО должно проводиться на образцах, подготовленных в соответствии с процедурой GRI GM40 (формование пластин).
- (10) Все испытания на воздействие окружающей среды (старение) должны проводиться на образцах, подготовленных в соответствии с процедурой GRI GM40 (формование пластин) и последующей процедурой GRI GM41 (отжиг).

ПРИЛОЖЕНИЕ

«Прочность швов и сопутствующие характеристики термически сваренных HP HDPE-геомембран, подпадающих под действие спецификации GRI GM42»

Данная спецификация разработана Исследовательским институтом геосинтетических материалов (GRI) при содействии входящих в его состав организаций для общего 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 устанавливает требуемую прочность и сопутствующие характеристики термически сваренных однородных, т.е. неармированных, швов из полиэтилена высокой плотности (HDPE).

1.2. Числовые значения прочности швов и сопутствующих характеристик указаны как для сдвига, так и для отрыва в соответствии с ASTM D 6392.

1.3. Основные методы термической сварки – это сварка горячим клином (одинарный и двойной шов) и экструзионная сварка прутком. Другие допустимые, но менее распространенные методы – это сварка горячим воздухом и ультразвуком, которые рассматриваются как подкатегории сварки горячим клином.

1.4. Данная спецификация не устанавливает интервалы отбора образцов швов для разрушающего контроля. Этот вопрос регламентируют отдельные стандарты GRI – GM14 и GM20.

1.5. Данная спецификация применима только к лабораторным испытаниям, которые проводятся в контролируемых условиях, соответствующих допускам ASTM D 6392.

1.6. Настоящая спецификация не претендует на то, чтобы охватить все проблемы безопасности, связанные с ее использованием. Ответственность за соблюдение техники

безопасности и охраны труда, а также других нормативных требований несет пользователь данного стандарта.

2. Нормативные документы

2.1. Стандарты ASTM

- **D 6392** Стандартный метод определения прочности швов неармированных геомембран, выполненных термической сваркой.

2.2. Стандарты EPA

- **EPA 600/2.88/052** (NTIS PB-89-129670) Устройство противодиффузионных экранов для объектов хранения отходов и других сооружений

2.3. Стандарты GRI

- **GM13** Методы и периодичность испытаний для гладких и текстурированных геомембран из полиэтилена высокой плотности (HDPE)
- **GM14** Руководство по выбору интервалов отбора образцов сварных швов геомембран для разрушающего контроля методом атрибутивного контроля
- **GM20** Руководство по выбору интервалов отбора образцов сварных швов геомембран для разрушающего контроля с использованием контрольных карт

3. Определения

3.1. Геомембрана – практически непроницаемый геосинтетический материал, состоящий из одного или нескольких синтетических слоев, предназначенный для изоляции жидкостей, газов или твердых веществ.

3.2. Сварка горячим клином – метод термической сварки, при котором между соединяемыми поверхностями геомембраны вводится нагретый металлический клин (нож), расплавляющий материал. К верхней или нижней поверхности геомембраны, или с обеих сторон, прикладывается усилие, необходимое для образования непрерывного соединения. Швы этого типа могут быть выполнены с двойными дорожками с зазором (каналом для проверки герметичности).

3.3. Сварка горячим воздухом – метод термосварки, при котором в зону между соединяемыми поверхностями подается горячий воздух (газ) для локального расплавления материала с последующим приложением усилия для образования непрерывного соединения.

3.4. Ультразвуковая сварка – метод сварки, при котором между поверхностями вводится вибрирующий металлический клин (нож), расплавляющий материал. Непрерывный шов формируется приложением усилия к верхней или нижней поверхности геомембраны, или с обеих сторон. Возможно выполнение двойного шва с проверочным каналом.

3.5. Экструзионная сварка прутком – способ термической сварки методом экструзии расплавленного материала по краю поверхности геомембраны, перекрытой другой геомембраной, с образованием непрерывного углового шва. Устаревший метод экструзионной сварки, называемый "плоским швом", предполагает введение расплавленного материала между соединяемыми поверхностями. При всех типах экструзионной сварки поверхности, на которые наносится расплавленный материал, должны быть надлежащим образом подготовлены, обычно легким шлифованием или полировкой.

4. Назначение и применение

4.1. Методы изготовления сварочных швов в полевых условиях из неармированной HDPE-геомембраны изложены в стандартах ASTM, упомянутых в разделе нормативных документов. Однако, в этих документах, не указаны числовые значения прочности и сопутствующих характеристик, которым должен соответствовать готовый шов. Данная спецификация устанавливает минимальные или максимальные значения таких характеристик при испытании в лаборатории отобранных образцов сварочных швов, изготовленных в полевых условиях, на сдвиг и отрыв.

5. Подготовка образцов

5.1. Интервалы отбора образцов швов, изготовленных в полевых условиях, для разрушающих методов испытаний могут быть фиксированными, переменными или статистически обоснованными, согласно GRI GM14 и GRI GM20. Возможно поэтапное увеличение интервала: от самого жесткого (1 образец на каждые 150 м шва) до полной замены на метод электрического поиска утечек (ELLS), в зависимости от опыта и производительности монтажников.

Примечание 1: Конкретный интервал для проекта определяется инженером-проектировщиком или организацией CQA (независимая служба контроля качества).

5.2. Размеры отобранных образцов швов должны соответствовать методу испытаний, в данном случае ASTM D 6392 или плану CQA.

5.3. Образцы швов, изготовленных в полевых условиях, должны быть испытаны в соответствии с ASTM D 6392 после предварительного кондиционирования согласно требованиям метода. Оценка результатов проводится в соответствии с данной спецификацией.

6. Оценка результатов испытаний

6.1. Для сварных швов HDPE-геомембран (как гладких, так и текстурированных) прочность всех пяти образцов шириной 25 мм при сдвиге должна соответствовать или превышать значения, приведенные в Таблице 3. Все пять образцов должны соответствовать значениям процента удлинения при сдвиге, приведенным в Таблице 3 и рассчитанным по ASTM D 6392. Прочность всех пяти образцов, испытанных на отрыв, также должна соответствовать или превышать значения, приведенные в Таблице 3.

Кроме того, разделение при отрыве (или проникновение) не должно превышать значения, приведенные в Таблице 3 для всех пяти образцов. Значение должно основываться на соотношении площади разделения к исходной площади соединения, как описано в ASTM D 6392.

Примечание 2: Площадь разделения при отрыве может быть неравномерной по ширине шва и оценивается визуально. Она не должна включать выдавливание (валик расплава), которое является частью процесса сварки.

Типы разрушения при сдвиге и отрыве сварочных швов, которые являются неприемлемыми согласно их описанию в ASTM D 6392:

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

Примечание 3: Разделение в плоскости (SIP - Shear Interface Plane) - это место разрушения, где поверхность разрушения распространяется внутри одного из сваренных листов во время разрушающего испытания (обычно при отрыве). SIP допускается, если выполнены критерии требуемой прочности и удлинения при сдвиге, и разделения при отрыве.

Все пять из пяти образцов должны давать допустимые типы разрушения.

7. Повторные испытания и отбраковка

7.1. Если результаты испытаний образца не соответствуют требованиям данной спецификации, повторные испытания для определения соответствия или отбраковки должны проводиться в соответствии с планом контроля или обеспечения качества строительства для конкретного строящегося объекта.

8. Сертификация

8.1. По запросу заказчика, указанному в договоре подряда на строительство, или надзорных органов, монтажная компания по завершении работ обязана предоставить сертификат о том, что геомембрана была установлена и испытана в соответствии с данной спецификацией, вместе с отчетом о результатах таких испытаний.

Таблица 3 — Прочность швов и сопутствующие характеристики термосварных HP HDPE-геомембран				
СВОЙСТВА	Результат испытаний			
	1.50 мм	2.00 мм	2.50 мм	3.00 мм
Швы горячим клином (1)				
• прочность на сдвиг, кН/м (мин.)	21	28	35	42
• удлинение при разрыве, % (мин.) (2)	50	50	50	50
• прочность на отрыв, кН/м (мин.)	16	21	26	32
• разделение при отрыве, % (макс.)	25	25	25	25
Экструзионные швы				
• прочность на сдвиг, кН/м (мин.)	21	28	35	42
• удлинение при разрыве, % (мин.) (2)	50	50	50	50
• прочность на отрыв, кН/м (мин.)	14	18	23	27
• разделение при отрыве, % (макс.)	25	25	25	25

Редакция 2 от 03 ноября 2025 г.

Примечания к Таблице 3:

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

(2) При полевых испытаниях измерения удлинения следует исключить.

График принятия и пересмотра спецификации GRI GM42

«Методы испытаний, характеристики и периодичность испытаний геомембраны из полиэтилена высокой плотности (HDPE), используемой в экстремальных условиях (HP)»

Принята: 30 октября 2024 г.

Редакция 1: 16 июня 2025 г.

Добавлены характеристики сварных швов HP HDPE в Приложение (взамен GRI GM19a).

Редакция 2: 03 ноября 2025 г.

- а) Исключён модуль деформационного упрочнения из спецификации.
- б) Требование по стойкости к растрескиванию по ASTM D5397 увеличено с 1000 до 1500 часов и исключено предполагаемое напряжение текучести 20 700 кПа.
- в) Исключён раздел 4.2 спецификации, который предлагал диапазон плотности и минимальный индекс текучести расплава для полиэтиленовой композиции, из которой изготавливается геомембрана GM-42.
- г) Указано, что геомембрана, охватываемая данной спецификацией, должна изготавливаться из каталитически полученной (реакторной) бимодальной полиэтиленовой композиции, а не из смеси мономодальных.

Примечания переводчика:

- Перевод выполнен по оригиналу [GRI GM42, Revision 2: Nov. 3, 2025](#) с сохранением структуры, нумерации разделов и ссылок на стандарты ASTM, GSI, EPA и др.
- Технические термины приведены в соответствии с принятой в отрасли терминологией.
- Все единицы измерения унифицированы до метрической системы (г/см³, мм, Н/мм и т. д.), все дублирующие числовые значения, приведенные в единицах британской системы, из адаптированного перевода исключены.
- В разделе «График принятия и пересмотра спецификации GRI GM42» фраза «взамен GRI GM19a» соответствует оригинальному «in lieu of GRI GM19a» и означает официальную замену.
- Данный перевод выполнен в ознакомительных и образовательных целях в рамках проекта «Геосинтетика для всех». Все права на оригинальный текст принадлежат правообладателю — [Geosynthetic Institute \(GSI\)](#). Перевод не является официальным и не заменяет оригинальную англоязычную версию спецификации. При любых расхождениях или спорных моментах следует руководствоваться оригиналом.