



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
РОСАВТОДОР

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ МНОГОСЛОЙНЫХ
КОМПОЗИЦИОННЫХ ДРЕНИРУЮЩИХ
МАТЕРИАЛОВ (ГЕОДРЕН)
ДЛЯ ОСУШЕНИЯ И УСИЛЕНИЯ ДОРОЖНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
И РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)**

Москва 2017

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский дорожный научно-исследовательский институт» (ФГБУ «РОСДОРНИИ»).

Коллектив авторов: канд. техн. наук А.П. Фомин, канд. техн. наук С.Н. Щукин, инж. Е.В. Никаныхева, инж. Ю.И. Косарев, инж. О.В. Труфанова.

2 ВНЕСЕН Управлением научно-технических исследований и информационного обеспечения Федерального дорожного агентства.

3 ИЗДАН на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 26.08.2015 № 1563-р.

4 ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения	2
4 Общие положения	3
5 Классификация геодрен	5
6 Рекомендации по форме поставки, показателям свойств геодрен и методам их определения	9
7 Особенности методики проектирования при применении геодрен	12
7.1 Конструктивные решения	12
7.2 Методика расчета дренажных конструкций с геодренами	21
8 Технология производства работ	24
8.1 Применяемое оборудование	24
8.2 Производство работ	27
8.3 Контроль качества работ	36
8.4 Техника безопасности	40
Приложение А Метод оценки водопропускной способности плоской геодрены	41
Приложение Б Журнал лабораторного определения водопропускной способности плоской геодрены	49
Библиография	50

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

**Методические рекомендации по применению
многослойных композиционных дренарующих
материалов (геодрен) для осушения и усиления
дорожных конструкций при строительстве
и реконструкции автомобильных дорог**

1 Область применения

1.1 Настоящий отраслевой дорожный методический документ (далее – методический документ) устанавливает положения, регламентирующие применение многослойных композиционных дренарующих геосинтетических материалов (далее – геодрен) для осушения и усиления дорожных конструкций при строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог.

1.2 Методический документ содержит требования, предъявляемые к геодренам, методам проектирования дренажей с их применением, а также к особенностям технологии производства работ в случае их использования.

1.3 Положения настоящего методического документа предназначены для применения организациями, выполняющими работы по проектированию, строительству, реконструкции и ремонту автомобильных дорог общего пользования.

2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 9.049–91 Единая система защиты от коррозии и старения. Материалы полимерные и их компоненты. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов

ГОСТ 33068–2014 (EN 13252:2005) Материалы геосинтетические для дренажных систем. Общие технические требования

ГОСТ Р 50276–92 (ИСО 9863–90) Материалы геотекстильные. Метод определения толщины при определенных давлениях

ГОСТ Р 50277–92 (ИСО 9864–90) Материалы геотекстильные. Метод определения поверхностной плотности

ГОСТ Р 52608–2006 Материалы геотекстильные. Методы определения водопроницаемости

ГОСТ Р 53238–2008 Материалы геотекстильные. Метод определения характеристик пор

ГОСТ Р 55028–2012 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Классификация, термины и определения

ГОСТ Р 55030–2012 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Метод определения прочности при растяжении

ГОСТ Р 55031–2012 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Метод определения устойчивости к ультрафиолетовому излучению

ГОСТ Р 55032–2012 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Метод определения устойчивости к многократному замораживанию и оттаиванию

ГОСТ Р 55033–2012 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Метод определения гибкости при отрицательных температурах

ГОСТ Р 55035–2012 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Метод определения устойчивости к агрессивным средам

СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги (актуализированная редакция СНиП 2.05.02–85*)

СП 78.13330.2012 Автомобильные дороги (актуализированная редакция СНиП 3.06.03–85)

СП 126.13330.2012 Геодезические работы в строительстве (актуализированная редакция СНиП 3.01.03–84)

3 Термины и определения

В настоящем методическом документе применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 многослойный композиционный дренарующий материал (плоская геодрена): Комбинированный геосинтетический материал в определении ГОСТ Р 55028–2012, включающий слой (слои) нетканого геотекстильного материала, являющийся фильтром, и слой, формирующий объемную структуру геосинтетического материала – дренажное ядро – и выполняющий функции дренарования дорожных конструкций.

3.2 дорожная конструкция: Инженерное сооружение, состоящее из дорожной одежды и верхней части земляного полотна в пределах рабочего слоя.

3.3 дренажное ядро: Геосинтетический материал (геомат, георешетка, геосетка, геопластмасса), образующий объемную структуру геодрены и выполняющий функцию дренирования дорожных конструкций.

3.4 водопрopusкная способность в плоскости геодрены: Объем воды, пропускаемой через единицу ширины геодрены за единицу времени при определенном градиенте напора и давлении.

3.5 расчетная водопрopusкная способность геодрены: Водопрopusкная способность геодрены с учетом эксплуатационных факторов (обжатия, заиления), влияющих на нее.

4 Общие положения

4.1 Многослойные композиционные дренирующие материалы (геодрены) отличаются качественно более высокой водопроницаемостью в плоскости полотна, на порядок превышающей водопроницаемость минеральных дренирующих материалов или нетканых геотекстильных материалов. В результате их использования обеспечивается ускоренное осушение, что приводит к улучшению физико-механических свойств грунтов и усилению дорожных конструкций.

4.2 Настоящий методический документ регламентирует применение геодрен в дренажных системах при строительстве и реконструкции автомобильных дорог, дополняя положения СП 34.13330.2012, норм [1] с учетом особенностей свойств современных геодрен. При его разработке использовались данные международного опыта, в частности положения ГОСТ 33068–2014 (EN 13252:2005), DIN EN 13249:2016 [2].

4.3 В данном методическом документе рассматривается вопрос использования геодрен различной структуры, классификация которых представлена в разделе 5, в том числе геодрен, выполняющих помимо основной функции дренирования одновременно дополнительную функцию гидроизоляции.

4.4 Свойства геодрен должны соответствовать параметрам, регламентируемым в разделе 6. Основные из них могут уточняться с учетом области применения на основе положений методики проектирования, изложенной в разделе 7. Условием использования геодрен является наличие технической документации, содержащей данные по параметрам свойств, указанным в разделе 6, и подтверждающей их соответствие

отраслевым требованиям (стандартам организации-производителя, заключению организаций, представляющих отрасль потребителя).

4.5 Основная цель применения геодрен – обеспечение осушения грунтов при повышенном притоке воды в плоскостных дренажах дорожных одежд, откосных дренажах, создание дренирующих и капилляропрерывающих прослоек в нижней части насыпей.

4.6 Выбор конструктивных решений осуществляют на основе технико-экономического сопоставления вариантов, включающих традиционные решения. В отношении основного альтернативного решения, предусматривающего использование песчаных дренирующих слоев, применение геодрен имеет следующие преимущества:

- основным элементом дренажных систем является материал заводского изготовления с гарантированными параметрами свойств, что повышает их надежность;

- сокращаются объем применения традиционных минеральных материалов и требования к ним (в конструкциях плоскостного дренажа дорожных одежд в сочетании с геодренами могут использоваться пески с коэффициентом фильтрации от 0,5 м/сут);

- повышается технологичность выполнения работ;

- увеличивается вариативность применяемых конструктивных решений, возможность их лучшей оптимизации за счет наличия ассортимента геодрен различной структуры;

- в отдельных областях использования создается возможность снижения высоты земляного полотна, назначаемой исходя из требований таблицы 7.2 СП 34.13330.2012, перевода типа местности по характеру и степени увлажнения из 2-го, 3-го в 1-й со снижением расчетной влажности грунтов рабочего слоя земляного полотна (геодрены в нижней части земляного полотна);

- при выполнении работ по реконструкции с сохранением существующей дорожной одежды и ее уширением обеспечивается отвод воды от существующего дополнительного слоя основания, водопроницаемость которого ухудшилась в процессе эксплуатации, а путь фильтрации воды увеличился при уширении; в этом случае применение геодрен может рассматриваться как альтернатива полной замене существующей дорожной одежды;

- в конструкциях плоскостного дренажа дорожных одежд расчетная влажность грунта рабочего слоя земляного полотна W_p , определяемая по приложению 2 норм [1], может быть уменьшена на 0,05 и 0,03 соответственно для II–III и IV–V дорожно-климатических зон;

- в конструкциях плоскостного дренажа дорожных одежд за счет ускорения отвода воды, продления работы дренажной конструкции в период, когда грунты рабочего слоя земляного полотна и дренирующего слоя в средней его части оттаяли, а у краев находятся в мерзлом состоянии, происходит сокращение расчетных дней в году, т. е. суммарного расчетного числа приложений расчетной нагрузки (подраздел 3.23 норм [1]); это прямым образом влияет на повышение прочности дорожной одежды, но в настоящее время не может быть в полной степени оценено количественно.

5 Классификация геотрен

5.1 По классификации ГОСТ Р 55028–2012 геотрены относятся к комбинированным геосинтетическим материалам, состоящим, как правило, из дренажного ядра из геосинтетических материалов разных видов, формирующего объемную структуру, и из расположенных над и под дренажным ядром слоев фильтра из нетканого геотекстильного материала. Наличие дренажного ядра обеспечивает повышенную водопрооницаемость в плоскости геотрены, фильтра – отсутствие (ограничение) ее кольматации частицами окружающего грунта.

5.2 В зависимости от области применения, необходимости выполнения дополнительных функций гидроизоляции в дренажных системах могут использоваться различные геотрены. Их объединяет наличие повышенной водопрооницаемости хотя бы в одном направлении в плоскости полотна и высокой водопрооницаемости фильтра нормально к его плоскости хотя бы с одной стороны от дренажного ядра.

5.3 Классификация возможных к применению в дренажных системах геотрен представлена в таблице 1, а на рисунках 1, 2 – их классификационные признаки.

5.4 Примеры типовых конструкций геотрен приведены на рисунке 2.

Т а б л и ц а 1 – Классификация возможных к применению плоских композиционных геотрен

Классификационный признак	Разновидность геотрены	Характерные особенности разновидностей геотрен
1	2	3
1 Функциональный по характеру водосбора и водоотведения (см. рисунок 1)	1.1 Геотрена, водопроницаемая во всех направлениях (соотношение коэффициентов n и m по рисунку 1а в пределах от 0,5 до 2)	Возможность выполнения функций дренирования при преобладании водонепроницаемости в плоскости полотна

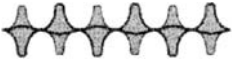
1	2	3
	1.2 Геодрена водопроницаемая в плоскости полотна и нормальном ей направлении с пониженной водопроницаемостью в одном из направлений в плоскости полотна (соотношение коэффициентов n и m по рисунку 1а вне пределов от 0,5 до 2)	Возможность выполнения функций дренирования при преобладании водопроницаемости в одном из направлений в плоскости полотна
	1.3 Геодрена водопроницаемая в плоскости полотна, а также нормально к этой плоскости, но только с одной стороны (см. рисунок 1б)	Возможность сочетания функций дренирования и гидроизоляции при сборе воды с одной плоскости геодрены
	1.4 Геодрена водонепроницаемая в средней части по толщине (см. рисунок 1в)	Возможность выполнения функций дренирования и гидроизоляции при сборе воды с двух плоскостей геодрены
2 Конструктивный 2.1 По жесткости дренажного ядра	2.1.1 С жестким объемным каркасом	Незначительное влияние внешней нагрузки на водопроницаемость в плоскости полотна
	2.1.2 Со сжимаемым объемным каркасом	Водопроницаемость в плоскости полотна может значительно снижаться (более чем на 15%–20 %) от внешней нагрузки (веса дорожной одежды, земляного полотна, нагрузки от транспортных средств)
2.2 По виду геосинтетического материала дренажного ядра	2.2.1 С каркасом из георешетки	Частично перекрытое поперечное сечение, определяющее, как правило, более низкую водопроницаемость по отношению к геодренам с каркасом по пункту 2.2.2 настоящей таблицы
	2.2.2 С каркасом из пластмасс (профилированных геомембран)	Совмещение функций дренирования и гидроизоляции (см. пункты 1.3, 1.4 данной таблицы), высокая водопроницаемость в плоскости полотна и, как правило, жесткость (см. пункт 2.1.1 настоящей таблицы)
	2.2.3 С каркасом из геомата	Высокая сжимаемость (см. пункт 2.1.2 настоящей таблицы)

Окончание таблицы 1

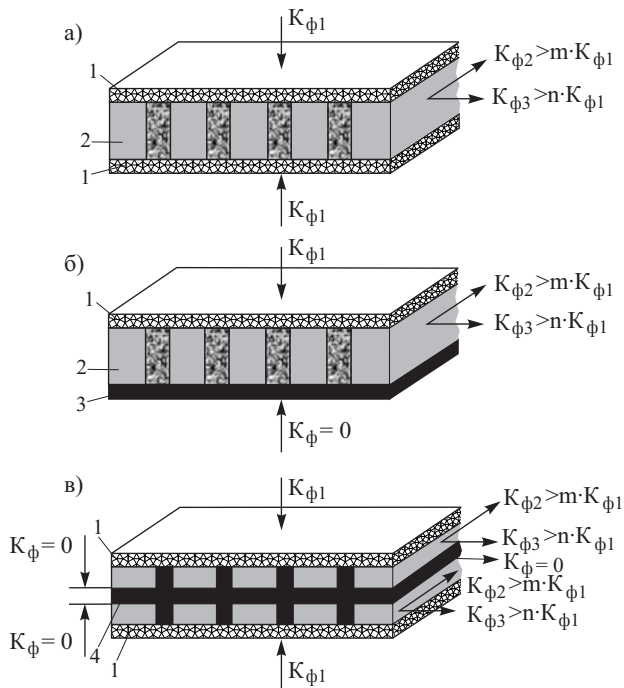
1	2	3
2.3 По виду геосинтетического материала на контакте с дренажным ядром	2.3.1 С фильтром из нетканого иглопробивного материала	Высокая водопроницаемость в нормальном направлении к плоскости полотна при высокой деформативности при растяжении (возможность деформирования – прогиба между элементами каркаса)
	2.3.2 С фильтром из нетканого иглопробивного дополнительно термоупрочненного или термоукрепленного материала	Высокая водопроницаемость в нормальном направлении к плоскости полотна при более низкой деформативности по сравнению с пунктом 2.3.1 настоящей таблицы
	2.3.3 С геомембраной по контакту с одной из плоскостей дренажного ядра	Водонепроницаемость со стороны расположения геодрены (см. пункт 1.3 настоящей таблицы)
2.4 По типу соединения дренажного ядра с фильтром (геомембраной) по контакту с ним	2.4.1 С механическим скреплением	-
	2.4.2 С термическим скреплением	
	2.4.3 Со скреплением точечной сваркой	

5.5 Основные виды геосинтетических материалов дренажного ядра приведены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Основные виды геосинтетических материалов дренажного ядра

Тип дренажного ядра	Обычно применяемый полимер	Типичный поперечный разрез дренажного ядра
Профилированная мембрана: односторонняя	ПЭ	
	ПЭ	
Геомат	ПП, ПА	
Георешетка	ПП, ПЭ	

П р и м е ч а н и е – ПП – полипропилен; ПА – полиамид; ПЭ – полиэтилен.



а – стандартная геодрена, водопроницаемая во всех направлениях;
б – геодрена, водонепроницаемая в нормальном к одной из плоскостей полотна направлении;

в – геодрена с водонепроницаемым в средней части дренажным ядром;

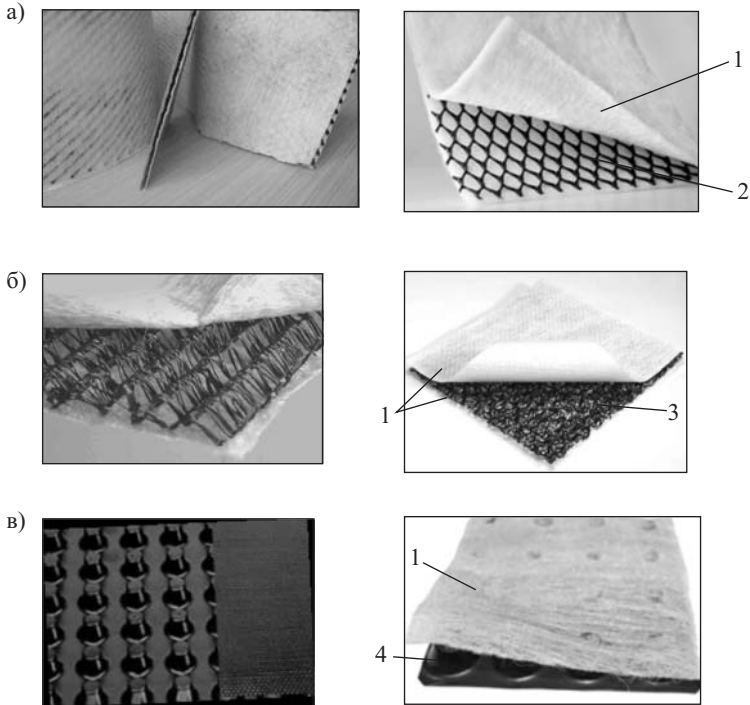
1 – фильтры из нетканого геосинтетического материала;

2 – дренажное ядро; 3 – геомембрана или водонепроницаемое основание дренажного ядра; 4 – дренажное ядро, водонепроницаемое в вертикальном направлении в верхней части дрены;

$K_{\phi 1}$ – коэффициент фильтрации в направлении, перпендикулярном плоскости полотна геодрены;

$K_{\phi 2}$, $K_{\phi 3}$ – коэффициенты фильтрации в плоскости полотна соответственно по длине и ширине (определяются по формуле (А.5 приложения А)); m , n – коэффициенты со значением больше единицы

Рисунок 1 – Основные принципиальные схемы геодрен по характеру водосбора и водоотведения (поперечное сечение)



- а – каркас из георешетки; б – то же, из геомата;
 в – то же, из профилированной геомембраны;
 1 – фильтр из нетканого геотекстильного материала;
 2 – дренажное ядро (георешетка); 3 – дренажное ядро (геомат);
 4 – дренажное ядро (профилированная геомембрана)
- Рисунок 2 – Примеры типовых конструкций геодрен

6 Рекомендации по форме поставки, показателям свойств геодрен и методам их определения

- 6.1 К композиционным геодренам предъявляются требования:
- по форме поставки, исходя из технологичности их применения;
 - показателям водно-физических свойств, определяющим эффективность их использования;
 - показателям физико-механических свойств, влияющих на эффективность применения, определяющих возможность использования

ОДМ 218.3.049–2015

геотрен, исходя из технологических и эксплуатационных нагрузок и воздействий;

- показателям, характеризующим стойкость геотрен к различного рода агрессивным воздействиям и определяющим их срок службы.

6.2 Рекомендации по форме поставки геотрен, их показателям и методам контроля приведены в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 — Рекомендации по форме поставки, показателям свойств геотрен и методам контроля

Наименование показателя	Величина показателя	Метод контроля
1	2	3
1 Показатели, характеризующие технологичность применения		
1.1 Масса рулона, кг, не более	400	Взвешивание любым способом с точностью до 0,5 кг
1.2 Длина геотрены в рулоне, м, не менее	15	Измерение длины любым способом с точностью до 0,1 м
1.3 Ширина геотрены, м, не менее	1,2	Измерение ширины любым способом с точностью до 0,01 м
2 Основные показатели водно-физических свойств, определяющие эффективность использования геотрен		
2.1 Водопропускная способность в плоскости геотрены (при гидравлическом градиенте 1,0), л/(м·с), не менее, под давлением: 20 кПа (при применении в плоскостных дренажах дорожной одежды и откосных дренажах) 40 кПа (при применении в нижней части земляного полотна)	0,5	Приложение А
	0,4	
2.2 Толщина геотрены под давлением 2 кПа, мм, не менее	4	ГОСТ Р 50276–92
2.3 Коэффициент фильтрации фильтра геотрены в нормальном к плоскости полотна направлении, м/сут, не менее, под давлением: 2 кПа 20 кПа (при применении в плоскостных дренажах дорожной одежды и откосных дренажах) 40 кПа (при применении в нижней части земляного полотна)	20	ГОСТ Р 52608–2006
	15	
	10	

Окончание таблицы 3

1	2	3
2.4 Характеристика пор фильтра геодрены O_{90} , мК	60–180	ГОСТ Р 53238–2008
3 Показатели физико-механических свойств, влияющие на эффективность применения и определяющие возможность использования геодрен		
3.1 Поверхностная плотность фильтра геодрены, г/см ² , не менее	150	ГОСТ Р 50277–92
3.2 Прочность при растяжении фильтра геодрены, кН/м, не менее	4	ГОСТ Р 55030–2012
3.3 Относительное удлинение при максимальной нагрузке при растяжении фильтра геодрены, %, не более	50	
3.4 Прочность при растяжении ядра (каркаса) геодрены, кН/м, не менее	5	
3.5 Прочность при растяжении геодрены, кН/м, не менее	10	
4 Показатели, характеризующие стойкость элементов геодрен к агрессивным воздействиям		
4.1 Химическая стойкость, %, не менее	90	ГОСТ Р 55035–2012
4.2 Стойкость к ультрафиолетовому излучению, %, не менее	80	ГОСТ Р 55031–2012
4.3 Морозостойкость (30 циклов), %, не менее	80	ГОСТ Р 55032–2012
4.4 Биостойкость, не более	ПГ ₁₁₃	ГОСТ 9.049–91
4.5 Гибкость при отрицательных температурах	Без повреждений	ГОСТ Р 55033–2012

Примечания:

1 Поверхностная плотность по пункту 3.1 в случае применения термоскрепленного нетканого геотекстиля может быть уменьшена.

2 Показатели по пункту 4 относятся ко всем элементам геодрен (фильтру, ядру).

6.3 Требования к значению основного показателя, определяющего эффективность применения геодрен – водопропускной способности (см. пункт 2.1 таблицы 3), – устанавливаются на основе расчетов (подраздел 7.2) с учетом конкретных условий применения, эксплуатационных факторов, влияющих на них, таких как приток воды в дренаж, давление, действующее на геодрену, уклон геодрены в сторону сброса воды (гидравлический градиент).

6.4 Требования к значению показателя характеристики пор фильтра O_{90} (см. пункт 2.4 таблицы 3), ограничивающего кольматацию геодрен в процессе эксплуатации, уточняются в зависимости от гранулометрического состава окружающего геодрену грунта с учетом зависимостей

$$O_{90}/d_{90} < 1, \quad (1)$$

$$O_{90}/d_{50} < D, \quad (2)$$

где D – коэффициент, принимаемый для несвязных грунтов равным 10 (для однородных мелких песков $D = 2,5$), для связных грунтов, а также при наличии значительных динамических воздействий $D = 1$;

d_{50} , d_{90} – диаметр частиц грунта, меньше которого содержание частиц по массе составляет соответственно 50 % и 90 %.

7 Особенности методики проектирования при применении геодрен

7.1 Конструктивные решения

7.1.1 Конструктивные решения дренажных систем с применением геодрен в качестве основного их элемента, обеспечивающего отвод воды, при необходимости также гидроизоляцию, назначают в соответствии с положениями действующих документов технического регулирования, в частности СП 34.13330.2012, норм [1], в зависимости от инженерно-геологических и гидрологических условий.

7.1.2 Конструктивные решения предусматривают использование геодрен при устройстве:

- плоскостного дренажа при строительстве дорожной одежды (пункт 7.1.4);
- плоскостного дренажа при реконструкции автомобильных дорог с уширением дорожных конструкций (пункт 7.1.5);
- дренажа при ремонте ослабленных, пучиноопасных участков автомобильных дорог (пункт 7.1.6);
- дренажных и капилляропрерывающих прослоек в нижней части земляного полотна при преобладающем влиянии на увлажнение грунтов рабочего слоя земляного полотна поверхностных или грунтовых вод в его основании (пункт 7.1.7);
- откосных дренажей (пункт 7.1.8).

7.1.3 Общие положения по конструктивным решениям с применением геодрен следующие:

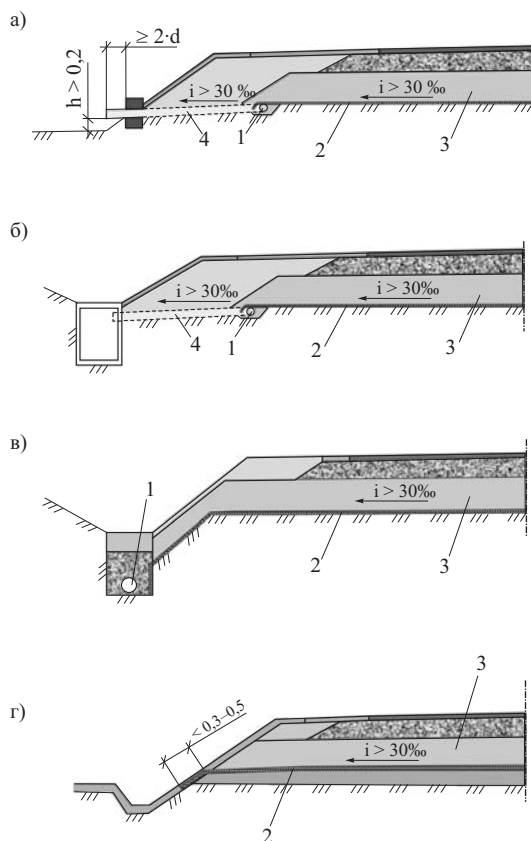
- поперечный уклон геодрены следует принимать не менее 30 ‰;
- минимальная толщина песчаного дренирующего слоя над геодреной назначается расчетом, но не менее 20 см с учетом того, что этот слой выполняет также технологические (защитные в отношении геодрены) функции; для устройства такого слоя может быть применен песок с коэффициентом фильтрации 0,5 м/сут и выше;
- вода из геодрены сбрасывается в продольную трубчатую дрена, трубчатую воронку, продольный траншейный дренаж или на откос земляного полотна; в любом случае геодрены должны размещаться не менее чем на 0,3 м выше уровня поверхностных вод;
- длина выпуска полотна на откос или в продольный дренаж принимается равной 30–50 см.

7.1.4 Конструкции плоскостного дренажа дорожной одежды с применением геодрен устраиваются на участках земляного полотна из слабофильтрующих грунтов во II дорожно-климатической зоне при всех расчетных схемах увлажнения рабочего слоя земляного полотна, в III зоне – при 2-й и 3-й схемах, в IV и V зонах – только при 3-й схеме (таблица В.13 СП 34.13330.2012), а также при объеме притока воды в дренирующий слой выше 0,007 м³/м² с целью улучшения водно-теплового режима верхней части земляного полотна.

В случае если по результатам расчета (раздел 7.2) геодрена полностью заменяет песчаный слой по условиям дренирования, толщина последнего назначается минимальной (20 см) или определяется из условия морозоустойчивости [1], а требования к коэффициенту фильтрации песков технологического или морозозащитного слоя могут быть понижены до 0,5 м/сут.

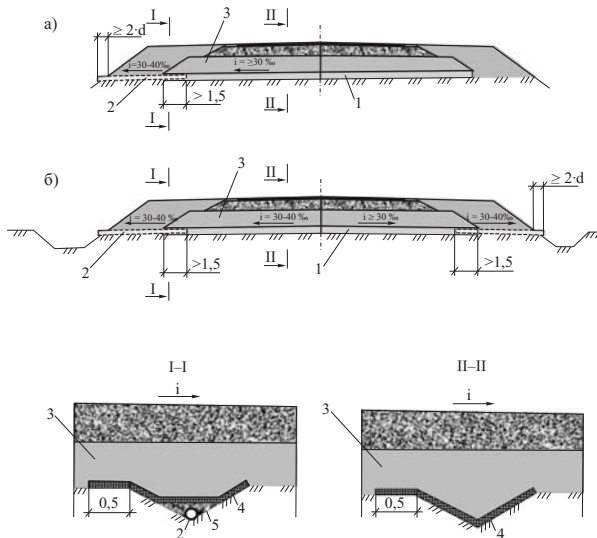
В конструкции плоскостного дренажа дренирующую прослойку из геодрены рекомендуется укладывать на всю ширину земляного полотна с выпуском полотнищ на откосы насыпи или продольные трубчатые дрена. Основные варианты конструктивных решений плоскостных дренажей с применением геодрен приведены на рисунке 3.

Поперечные трубные выпуски (см. рисунок 3а, б) при продольном уклоне 20 ‰ и менее располагаются перпендикулярно оси дороги в плане, при уклоне 40 ‰ – под углом 80°, при уклоне 60 ‰ – 70° и при уклоне 80 ‰ – 60° (угол между осью дороги и выпуском в направлении продольного уклона).



а, б, в – комбинированные системы
(в сочетании с трубчатыми дренажами); г – дренаж с выводом на откос;
1 – трубчатый дренаж; 2 – геодрена; 3 – песчаный дренирующий,
морозозащитный и технологический (защитный) слой с $K_{\phi} \geq 0,5$ м/сут;
4 – дренажная труба поперечных выпусков; d – диаметр трубы;
h – высота от низа кювета до нижней части трубы
Рисунок 3 – Основные варианты конструктивных решений
плоскостных дренажей с применением геодрен

7.1.5 Конструкцию дренажа при устройстве поперечных прорезей (рисунки 4, 5) применяют для устранения продольной фильтрации воды в дренирующих слоях, водопроницаемых слоях несущих оснований дорожной одежды. Поперечные дренажные прорезы выполняют на участках с затяжными продольными уклонами, превышающими поперечные, в местах вогнутых вертикальных кривых, в местах перехода выемки в насыпь. Их устраивают с выпусками на всю ширину земляного полотна со сбросом воды в обе стороны дороги либо укороченными со сбросом воды в одну сторону (на виражах независимо от категории дороги, на косогорах) или в продольные дрены при малых насыпях и в выемках. Поперечные дренажные прорезы представляют собой конструкцию, состоящую из геодрены, горизонтально уложенной на подготовленную и спланированную поверхность, заполненную фильтрующим грунтом. Выпуски поперечной прорези осуществляются с применением водоотводной дренажной трубы диаметром $d > 110$ мм. Уклон трубы принимается не менее 30 ‰ в сторону откоса.



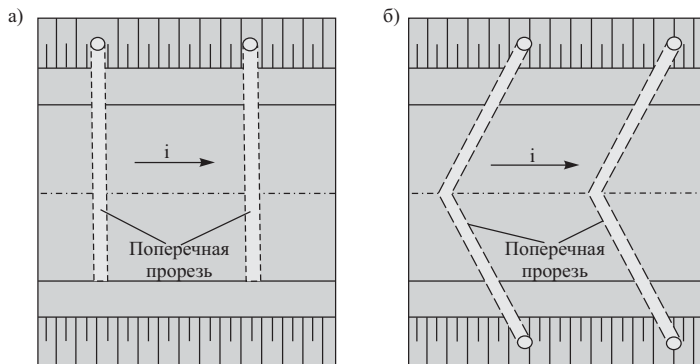
а – насыпь; б – полунасыпь-полувыемка;

1 – поперечная прорезь с геодреной;

2 – водоотводная дренажная труба; 3 – песчаный дренирующий слой;

4 – геодрена в углубленном ровике; 5 – фильтрующая обсыпка

Рисунок 4 – Варианты конструктивных решений плоскостных дренажей с поперечными прорезями

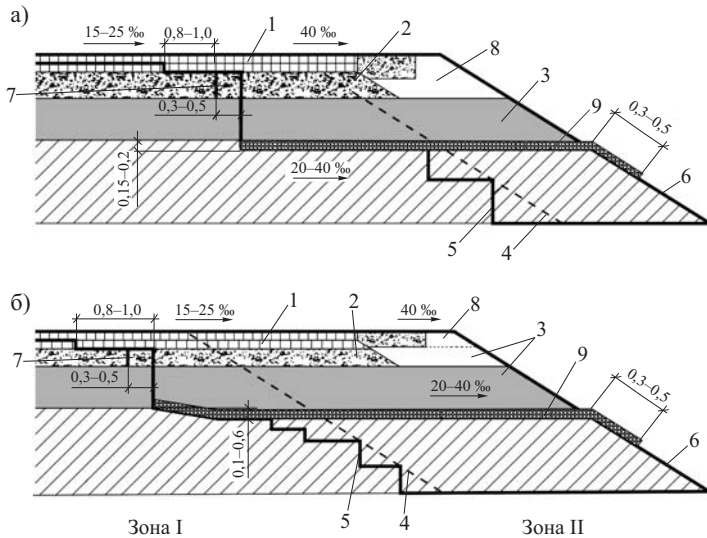


а – сброс воды в одну сторону; б – то же, в обе стороны
Рисунок 5 – Схема расположения поперечных прорезей в плане

7.1.6 При уширении дорожных конструкций возможно возникновение деформаций, связанных с различной реакцией существующей и проектируемой дорожных конструкций на транспортные, температурные воздействия и с деформациями (пучением, осадкой), обусловленными водно-тепловым режимом земляного полотна. В части водно-теплого режима возникают, как правило, дополнительные обстоятельства, воздействующие на его ухудшение – снижение водопрпускной способности существующего дренирующего слоя вследствие кольтматации песка с одновременным удлинением пути фильтрации воды. В этом случае создание, по существу, прослойки воздуха между существующим дренирующим слоем и выходом воды на откосную часть через зону уширения практически равносильно сохранению пути фильтрации, что создает возможность использования существующей дорожной одежды без полного ее переустройства.

Варианты уширения дорожных конструкций с применением геодрен представлены на рисунке 6. Они предусматривают заглубление дренирующего слоя в зоне уширения (см. рисунок 6а) или обеспечение плавного перехода (см. рисунок 6б, зона I) между существующей и вновь устраиваемой дорожными конструкциями. Последнее позволяет сократить влияние деформаций пучения, концентрирующихся в зоне сопряжения дорожных конструкций (см. рисунок 6б, зона II), в случае их различных значений. Такое влияние может существовать и при величинах пучения в пределах нормируемых допустимых значений, если интенсивность изменения пучения превышает допустимые

значения (около 0,0025 отн. ед. – отношение разности деформаций пучения по границам зоны I к ширине этой зоны).



- а – заглубление дренирующего слоя в зоне уширения;
 б – конструкция с плавным переходом между существующей и вновь устраиваемой дорожными конструкциями;

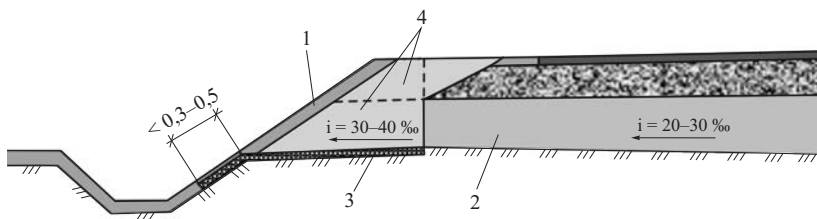
- 1 – асфальтобетонное покрытие;
 2 – щебеночное основание;
 3 – песчаный дренирующий слой;
 4 – контур старого откоса;
 5 – контур уширения; 6 – уступ;
 7 – подломка края основания;
 8 – связный грунт на обочине;
 9 – геотрена

Рисунок 6 – Варианты уширения дорожных конструкций с применением геотрен

7.1.7 При ремонте отдельных пучиноопасных участков дорог, особенно на участках перехода выемки в насыпь при наличии продольных уклонов, когда приток воды в дренирующий слой значителен, а период запаздывания оттаивания откосной части (запаздывания сброса воды)

не компенсируется возможностью поглощения притока уже оттаявшим дренирующим слоем, может быть предусмотрено конструктивное решение по рисунку 7.

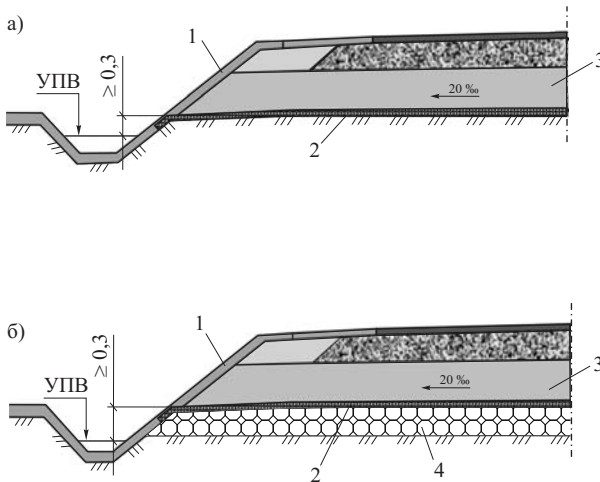
7.1.8 В качестве капилляропрерывающих и дренирующих прослоек геодрены могут быть применены в нижней части насыпей (рисунок 8) при невозможности или нецелесообразности обеспечения минимальных требуемых высот насыпей (требуемого возвышения поверхности покрытия над уровнем грунтовых или поверхностных вод (таблица 7.2 СП 34.13330.2012)). В этом случае с точки зрения назначения расчетной влажности грунтов земляного полотна практически достигается перевод типа местности по характеру и условиям увлажнения из 3-го или 2-го в 1-й с соответствующим снижением требований к высоте насыпей до значений, определенных из условий снегонезаносимости. Возможное снижение высоты насыпи может достигать до 1,5 м. Одновременно при наличии в основании насыпи связных грунтов земляного полотна с коэффициентом консистенции более 0,5 для снижения вероятности возникновения неравномерных деформаций геодрена может применяться совместно со слоем повышенной жесткости из геосотовых материалов (см. рисунок 8б). При устройстве капилляропрерывающих и дренирующих прослоек в этом случае наиболее эффективно использование геодрен, выполняющих дополнительную функцию гидроизоляции.



- 1 – укрепление откоса;
 - 2 – песчаный дренирующий слой;
 - 3 – геодрена;
 - 4 – заменяемая часть обочины
- Рисунок 7 – Конструктивное решение
по применению геодрен

при ремонте пучиноопасных участков автомобильных дорог

7.1.9 На рисунке 9а приведены решения по применению геотрен в конструкциях откосного дренажа. Данная конструкция применяется на откосах выемок и предназначена для осушения сезонно переувлажненных грунтов откоса при отсутствии отчетливо выраженных водоносных прослоек или наличии рассредоточенных источников грунтовых вод, имеющих дебет менее $0,5 \text{ м}^3/\text{сут}$ на 1 м^2 откоса. Перед устройством откосных дренажей необходимо проводить срезку сплывшего грунта. В зависимости от грунтово-гидрологических условий возможна укладка геотрен по всей поверхности откоса или по схемам, приведенным на рисунках 9б, в, г.



а – низкая насыпь в условиях 2-го и 3-го типов местности по характеру и условиям увлажнения;

б – наличие в основании насыпи грунтов с показателем консистенции более 0,5;

1 – откосная часть;

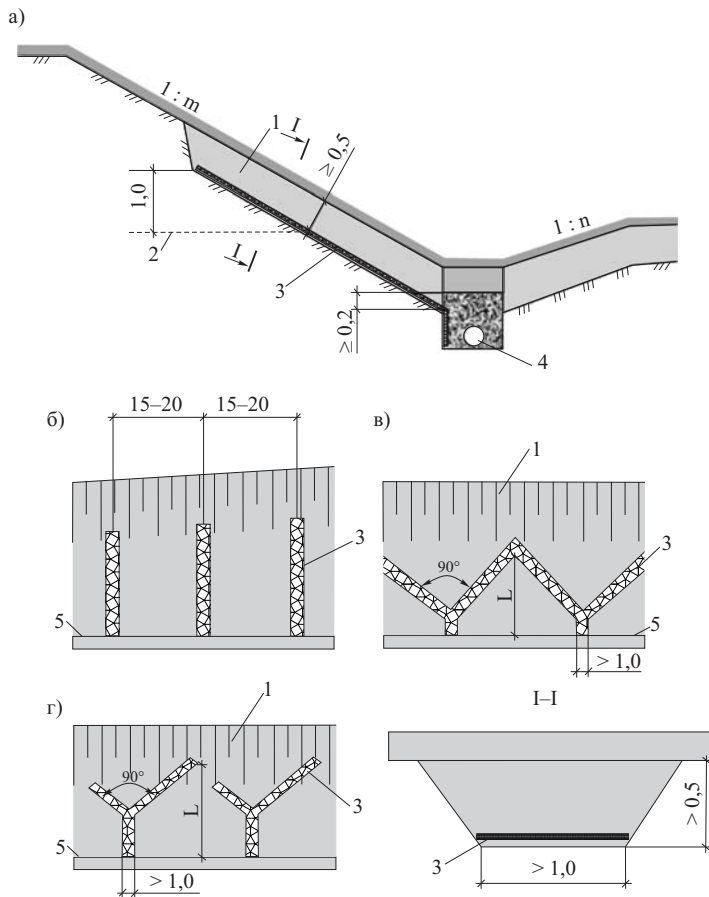
2 – геотрена;

3 – земляное полотно;

4 – геосоты, заполненные дренирующим материалом;

УПВ – уровень поверхностных вод

Рисунок 8 – Конструктивные решения по применению геотрен в качестве капилляропрерывающих и дренирующих прослоек в нижней части насыпей



а – откосный дренаж с применением геотренны;

б, в, г – возможные схемы расположения геотренны;

1 – откос выемки; 2 – граница переувлажненных грунтов; 3 – геотренна;

4 – продольный трубчатый дренаж; 5 – подошва откоса выемки;

L – длина пути фильтрации

Рисунок 9 – Примеры конструкций откосного дренажа

7.2 Методика расчета дренажных конструкций с геодренами

7.2.1 При расчете дренажных конструкций сохраняются типовые расчетные подходы, однако определяемое расчетное значение притока воды в дренажную конструкцию Q_p , л/(м²·с), сопоставляется с расчетной водопропускной способностью геодрены $q_{\text{прг}}$, л/(м·с), по зависимости

$$\frac{q_{\text{прг}}}{Q_p \cdot L} \geq FS, \quad (3)$$

где FS – величина коэффициента запаса.

7.2.2 Расчетная водопропускная способность геодрены определяется с учетом эксплуатационных факторов (обжата, заилиения), влияющих на нее по формуле

$$q_{\text{прг}} = q_{\text{прг}} / (RF_{\text{IN}} \cdot RF_{\text{CR}} \cdot RF_{\text{CC}} \cdot RF_{\text{BC}}), \quad (4)$$

где $q_{\text{прг}}$ – начальная водопропускная способность, определяемая по приложению А при определенных величинах давлений и градиента напора, л/(м·с);

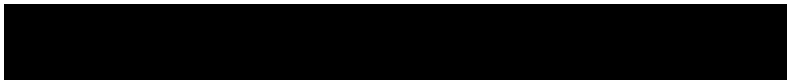
RF_{IN} , RF_{CR} – коэффициенты, учитывающие соответственно деформацию нетканого фильтра (его проникновение в структуру дренажного ядра) и деформацию (ползучесть) геодрены под действием постоянного сжимающего давления;

RF_{CC} , RF_{BC} – коэффициенты, учитывающие соответственно химическое и биологическое заиливание геодрены.

Значения этих коэффициентов приведены в таблице 4 (итоговый коэффициент понижения должен быть не менее 2).

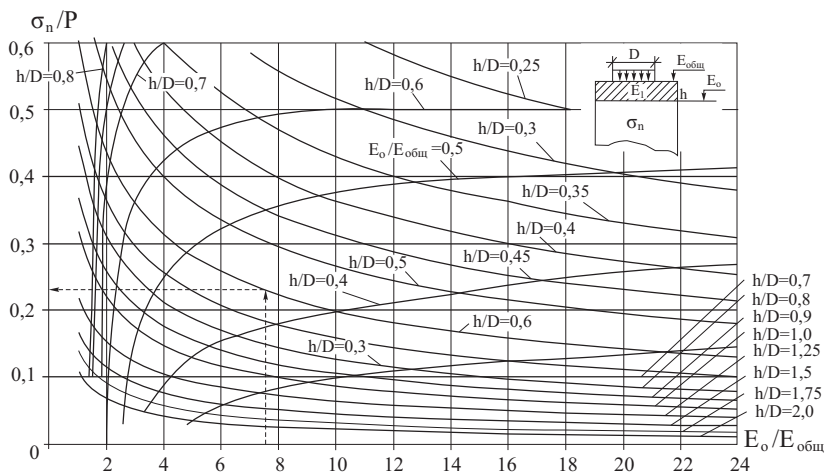
Т а б л и ц а 4 – Значения коэффициентов RF в зависимости от области применения геодрены

	ин	кр	сс	бс



7.2.3 Величина коэффициента запаса FS (формула (3)) может меняться в зависимости от степени экспериментальной обоснованности влияния коэффициентов RF на начальную водопропускную способность q_{pr} . Коэффициент запаса, равный 2, соответствует полному экспериментальному обоснованию коэффициентов, учитывающих снижение водопропускной способности в процессе эксплуатации. В противном случае принимают значение FS = 3.

7.2.4 Применительно к конструкции плоскостного дренажа дорожной одежды расчет выполняют с учетом двух этапов работы дренажной конструкции (пункт 7.2.5) с последующим подбором геодрены по техническим параметрам, гарантируемым технической документацией производителя или полученным по результатам лабораторных испытаний. Начальное значение водопропускной способности принимают при значении давления, близкого к давлению, создаваемому на уровне укладки геодрены весом слоев дорожной одежды и расчетной транспортной нагрузкой (рисунок 10).



$E_{общ}$ — общий расчетный модуль упругости дорожной конструкции, МПа;

E_l — средневзвешенное значение модуля упругости дорожной конструкции, находящейся над геодреной, МПа; E_o — расчетный модуль упругости дорожной конструкции, расположенной под геодреной, МПа; h/D — отношение суммарной толщины слоев дорожной конструкции над геодреной к диаметру отпечатка шины расчетного автомобиля

Рисунок 10 — Номограмма к определению вертикальных нормальных напряжений σ_n на уровне укладки геодрены от действия расчетной транспортной нагрузки P

7.2.5 Расчет дренажной конструкции дорожной одежды выполняют с учетом положений норм [1], исходя из двух расчетных этапов ее работы в районах сезонного промерзания грунтов:

- дренирующий слой полностью оттаял (работа на осушение);
- дренирующий слой в зоне откосов земляного полотна находится в мерзлом состоянии (работа на осушение с периодом запаздывания отвода воды или работа на поглощение).

Изначально расчет выполняют, считая, что толщина песчаного слоя с коэффициентом фильтрации более 0,5 м/сут над геодреной составляет минимальную величину $h_{n \min}$, назначаемую исходя из выполнения защитных функций в отношении геодрены (0,2 м по пункту 7.1.3) или исходя из значения, полученного при проверке дорожной конструкции на морозоустойчивость (раздел 4 норм [1]), если это значение превышает 0,2 м. Расчет выполняют при работе дренажной конструкции по принципу:

- осушения по зависимости

$$q_{\text{прг}} \geq FS \cdot (q_p \cdot L), \quad (5)$$

- поглощения по формуле

$$h_n = \frac{0,001 \cdot Q / n + 0,3 \cdot h_{n \min}}{1 - \varphi_{\text{зап}}}, \quad (6)$$

- поглощения с периодом запаздывания отвода воды по формуле

$$h_n = \frac{q_p \cdot T_{\text{зап}} / n + 0,3 \cdot h_{n \min}}{1 - \varphi_{\text{зап}}}, \quad (7)$$

где q_p – расчетная величина притока воды в дренажную конструкцию, л/(м·с) (определяется по подразделу 5.12 норм [1] при коэффициенте гидрологического запаса $K_r = 1$);

Q – расчетное количество воды, поступившей за весь расчетный период, л/м² (таблица 5.3 норм [1]);

$\varphi_{\text{зап}}$ – коэффициент заполнения пор водой (таблица 5.6 норм [1]);

$T_{\text{зап}}$ – средняя продолжительность запаздывания начала работы дренажной конструкции, принимаемая равной для II и III дорожно-климатических зон соответственно 5 и 3 сут;

n – средневзвешенное значение пористости песка n_n толщиной слоя $h_{n \min}$ и геодрены толщиной h_r

$$n = \frac{h_{n \min} \cdot n_n + 0,9 \cdot h_r}{h_{n \min} + h_r}. \quad (8)$$

7.2.6 Если условие зависимости (5) не обеспечивается при имеющихся разновидностях геодрены, толщина песчаного дренирующего слоя основания может быть увеличена исходя из расчета по нормам [1] с учетом только избыточного притока воды $q_{p,из} = (q_p - q_{прг})$.

8 Технология производства работ

8.1 Применяемое оборудование

8.1.1 Работы по монтажу плоской геодрены не требуют применения специализированной строительной техники или механизмов на объекте строительства. Для перемещения и монтажа материала целесообразно использовать строительную технику, которая занята на основных строительно-монтажных работах на объекте. Этапы монтажа плоской геодрены включают:

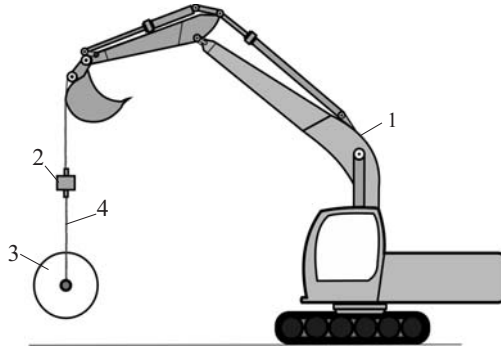
- погрузочно-разгрузочные работы;
- транспортирование геодрен на место укладки;
- укладку геодрены.

Основная строительная техника или механизмы, которые могут применяться в технологической схеме монтажа геодрены:

- экскаватор одноковшовый;
- кран-манипулятор на базе бортового автомобиля;
- вилочный погрузчик для организации погрузочных и разгрузочных работ;
- система траверс, специализированное навесное оборудование;
- аппарат термомодифузионной сварки для соединения геотекстиля (при необходимости).

8.1.2 Для проведения погрузочно-разгрузочных работ рулонов геодрен могут использоваться погрузчики с вилочным навесным оборудованием, укомплектованным металлической трубой (штырем) длиной от 2 до 4 м.

8.1.3 Для проведения работ по монтажу геодрены на строительном объекте в качестве базовой машины может применяться экскаватор на гусеничном ходу с гидравлическим приводом. К ковшу экскаватора через стропы крепится траверса с рулоном геодрены (рисунки 11).



1 – экскаватор; 2 – траверса; 3 – рулон геотекстиля; 4 – стропа
Рисунок 11 – Схема крепления системы траверсы к экскаватору

8.1.4 Конструкция траверсы определяется внешними размерами и весом рулонов геотекстиля, условиями, при которых будет происходить эксплуатация траверсы, техническими характеристиками строительной техники и способом крепления.

Рекомендуемые основные параметры и характеристики траверсы для выполнения работ по погрузке-разгрузке, монтажу рулонов плоской геотекстиля:

- по типу траверсы – линейная;
- по способу зацепления траверсы – подъем за края;
- грузоподъемность траверсы до 2 т;
- линейный размер траверсы должен обеспечивать фиксацию рулона шириной до 6 м.

Поставляемые траверсы необходимо дополнительно укомплектовывать съемными грузозахватными приспособлениями для фиксации рулона геотекстиля с возможностью его свободной раскрутки. В систему траверсы должны входить:

- линейная траверса по способу подвешивания по краям;
- двухветвиная стропа цепная (канатная, текстильная) для навешивания на крюк грузоподъемного механизма;
- металлическая труба диаметром, меньшим диаметра гильзы рулона геотекстиля, и комплект одноветвиных строп с крюками для подвешивания к линейной траверсе.

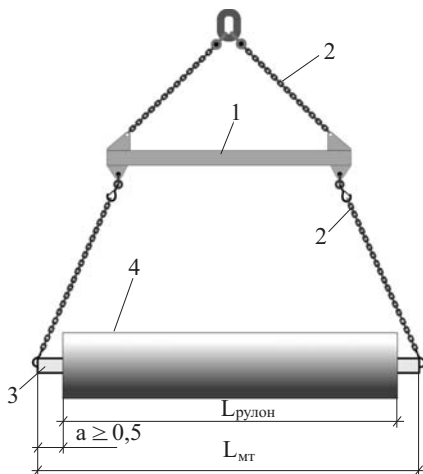
Минимальный линейный размер металлической трубы $L_{\text{мт}}$, м, назначается из условия

$$L_{\text{мт}} = L_{\text{рулон}} + 2 \cdot a, \quad (9)$$

где $L_{\text{рулон}}$ – ширина рулона по техническому паспорту, м;

а – запас для безопасной раскрутки рулона при монтаже, который принимается не менее 0,5 м.

Длина строп подбирается из условия удобства работы строительной техники, а также рабочих в процессе перемещения и монтажа рулона геодрены. Принципиальная схема системы трассеры представлена на рисунке 12.

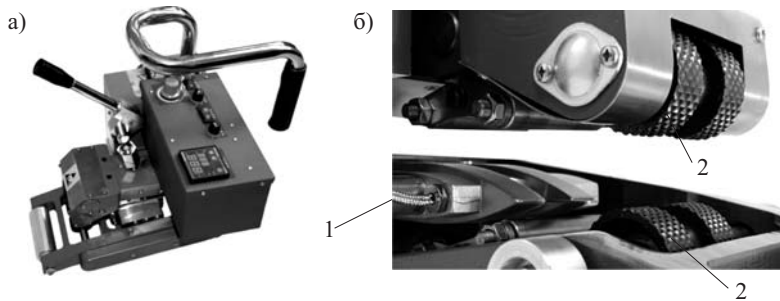


1 – траверса; 2 – стропы; 3 – металлическая труба; 4 – рулон геодрены
Рисунок 12 – Схема системы трассеры для монтажа рулона геодрены

8.1.5 Для соединения фильтров смежных полотен геодрен при необходимости обеспечения высокой прочности узла стыковки может применяться способ термического соединения с использованием аппаратов термодиффузионной сварки, таких как аппарат с нагревательным элементом в виде клина (рисунок 13) и аппарат с подачей горячего воздуха в место соединения (рисунок 14).

Рекомендуемые основные параметры аппарата для выполнения работ по термическому соединению:

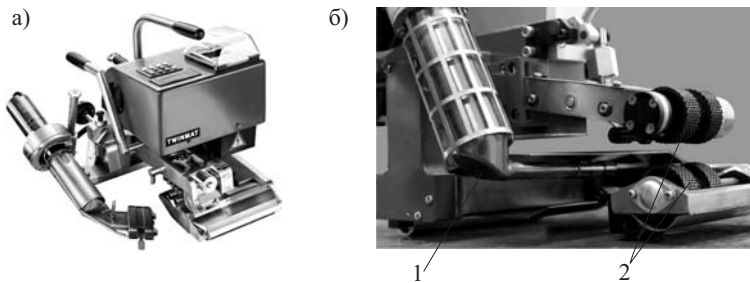
- напряжение в сети 220 В;
- частота тока 50 Гц;
- мощность 3000 Вт;
- средняя скорость сварки 0,5–5 м/с;
- максимальная температура нагрева 620 °С;
- толщина материала для сварки до 3 мм;
- ширина нахлеста стыка полотен от 50 до 200 мм;
- давление на шов стыковки до 1000 Н.



а – общий вид аппарата; б – нагревательный элемент;

1 – нагревательный клин; 2 – прижимные ролики

Рисунок 13 – Оборудование для термического соединения фильтров смежных полотен геодрен



а – общий вид аппарата; б – нагревательный элемент;

1 – нагревательный клин; 2 – прижимные ролики

Рисунок 14 – Оборудование для соединения геотекстильного материала с помощью подачи горячего воздуха

8.2 Производство работ

8.2.1 Технология производства работ по устройству дренажной системы с использованием плоской геодрены, в зависимости от области применения, близка к технологии укладки дополнительной геотекстильной прослойки в соответствии с рекомендациями [3] и учетом положений технологических карт [4].

При проектировании и производстве таких работ должны выполняться требования СП 78.13330.2012, СП 34.13330.2012.

При разработке проектов должны учитываться положения действующих документов технического регулирования, а также особенности монтажа плоской геодрены с целью достижения наилучшего технико-экономического результата.

8.2.2 При устройстве дренажной прослойки с использованием плоской геодрены в технологию работ дополнительно вводятся:

- подготовка (уплотнение, профилирование) основания под укладку геодрены или при необходимости отсыпка защитного грунтового слоя из инертного материала толщиной не менее 5 см, его распределение и уплотнение;
- распределение по участку рулонов геодрены, их укладка, соединение между собой полотен геодрен и с продольной системой водоотвода и дренажа;
- отсыпка на геодрену вышележащего слоя по способу «от себя» толщиной не менее 20 см, его распределение, профилирование и уплотнение.

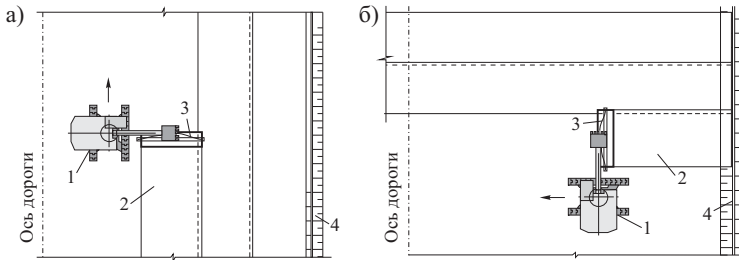
Подготовка грунта основания, подстилающего геодрену (или первого защитного слоя из песчаного грунта), включает разравнивание его поверхности, профилирование и уплотнение. Коэффициент уплотнения грунта должен соответствовать нормативным требованиям, поперечный уклон подготавливаемого под укладку геодрены основания – проектным требованиям, а поверхность не должна иметь колеи, ям и других неровностей глубиной более 5 см.

8.2.3 Рулоны геодрены транспортируют к месту производства работ непосредственно перед укладкой. В случае отсутствия или затрудненного доступа к строительной площадке устраивают временные проезды. На период монтажа для удобства выполнения работ необходимо предусматривать временные складские площадки, на которых осуществляется хранение и подготовка геодрены к укладке (монтажу).

Работы по монтажу плоской геодрены выполняют путем раскатки рулонов в поперечном (или продольном) направлении относительно оси насыпи вручную и (или) с использованием строительной техники с навесной траверсой по схеме, приведенной на рисунке 15.

Схема монтажа плоской геодрены (направление укладки) определяется в зависимости от водопропускной способности в плоскости полотна в продольном и поперечном направлениях, т. е. от конструкции дренажного ядра конкретной марки геодрены. В случае разности водопропускной способности полотна геодрены в продольном и поперечном направлениях укладка осуществляется поперек оси автомобильной дороги в направлении максимальной водопропускной

способности (см. рисунок 15а). При ее равенстве укладка геодрены выполняется, как правило, в продольном направлении оси дороги (см. рисунок 15б) или направление выбирается в зависимости от наилучшего технологического результата (максимальной производительности при производстве работ) в конкретных условиях применения.



а – продольная схема; б – поперечная схема;

1 – строительная техника с навесной траверсой; 2 – полотно геодрены;

3 – траверса; 4 – дренажная продольная система

Рисунок 15 – Схемы монтажа геодрены

В случае устройства откосного дренажа укладка геодрены осуществляется поперек оси дороги в направлении снизу вверх или сверху вниз. Монтаж ее аналогичен схеме движения строительной техники, приведенной на рисунке 15б.

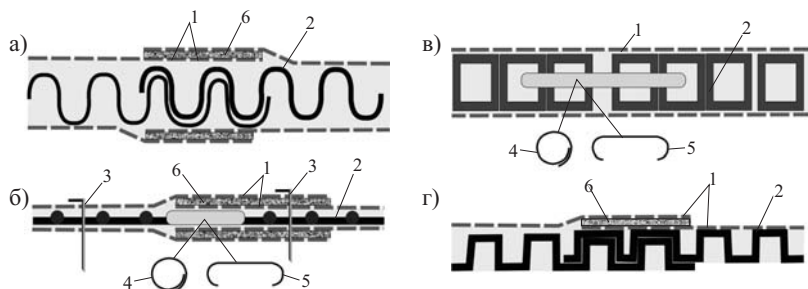
Монтаж материала выполняется при боковом движении экскаватора с постоянной скоростью. При этом рекомендуется контролировать следующие параметры:

- наличие участков, не перекрытых полотнами геодрены;
- прямолинейность стыковки полотен и отсутствие складок на поверхности материала;
- отсутствие повреждений и подвижек материала при надвигке и уплотнении грунта вышележащего слоя;
- наличие участков сильного натяжения материала;
- правильность стыковки геодрены с водоотводной и дренажной системами в соответствии с проектом.

При продольной укладке первый рулон рекомендуется размещать от бровки земляного полотна к его оси или от края подкюветного дренажа. При поперечной укладке полотно геодрены раскатывают на всю ширину земляного полотна с учетом дополнительной длины для последующего соединения с продольным трубчатым дренажом.

После раскатки первых метров краевую часть (по ширине) полотна прижимают к грунту двумя-тремя анкерами (стержнями диаметром 3–8 мм) длиной 15–25 см (П- или Г-образной формы). При дальнейшей раскатке производят периодическое разравнивание полотна с небольшим продольным его натяжением и креплением по краю нетканого фильтра к грунту анкерами (или другим способом) через каждые 10–15 м. Крепление выполняют во избежание смещения полотна при действии ветровой нагрузки, укладке вышележащего слоя.

8.2.4 Способ соединения полотен геодрены может изменяться в зависимости от структуры ее дренажного ядра (рисунок 16) и необходимости обеспечения высокой прочности узла стыковки полотен (в этом случае применяется термодиффузионный способ соединения).



а – геомат; б – георешетка; в – геоплита;

г – односторонняя профилированная мембрана;

1 – геотекстильный фильтр; 2 – дренажное ядро;

3 – металлический анкер; 4 – затяжка; 5 – проволоочная скоба;

6 – стыковка геотекстиля (в том числе, например, термическое соединение)

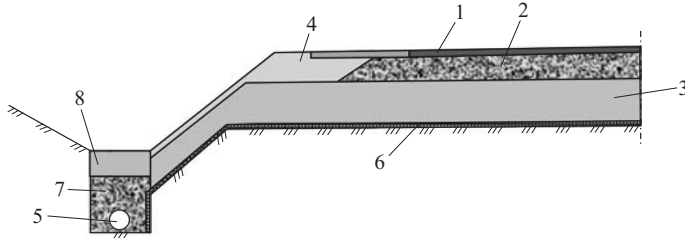
Рисунок 16 – Способы соединения полотен геодрены в зависимости от структуры дренажного ядра

8.2.5 Технологические схемы по монтажу плоских геодрен разработаны для двух основных вариантов организации и технологии производства работ по устройству:

- горизонтального (плоского) дренажа на поверхности земляного полотна в комбинации с продольной водоотводной дренажной системой автомобильной дороги (пункт 8.2.6);

- откосного дренажа в комбинации с продольной водоотводной дренажной системой автомобильной дороги (пункт 8.2.7).

8.2.6 Пример конструкции плоскостного дренажа дорожной одежды представлен на рисунке 17.



- 1, 2 – слои соответственно покрытия и основания дорожной одежды;
 3 – песчаный защитный, дренарующий и морозозащитный слой
 толщиной не менее 0,15 м; 4 – обочина; 5 – дренажная труба;
 6 – плоская геодрена; 7 – фильтрующий материал;
 8 – утрамбованный глинистый грунт

Рисунок 17 – Пример комбинированной системы плоскостного дренажа дорожной одежды, включающей геодрену и продольную дренажную водоотводную систему автомобильной дороги

Состав работ по устройству плоскостного дренажа на поверхности земляного полотна в комбинации с продольной водоотводной и дренажной системой включает:

- подготовительные работы по устройству продольной дренажной системы и поверхности земляного полотна (этап 1);
- подвоз и монтаж рулонов геодрены (этап 2);
- формирование защитного слоя по поверхности геодрены (этап 3).

К подготовительным работам (этап 1) относятся:

- геодезические разбивочные работы и работы по расчистке поверхности для укладки геодрены (дорожной полосы), выполняемые с учетом требований СП 126.13330.2012 и СП 78.13330.2012, в соответствии с которыми наличие включений природного или искусственного характера не допускается; их устранение осуществляется одновременно с выполнением геодезических разбивочных работ;
- профилирование, уплотнение поверхности земляного полотна;
- рытье траншеи продольной дренажной системы экскаватором;
- подсыпка щебня на дно дренажной траншеи, трамбовка и профилирование;
- транспортирование и укладка дренажной трубы, монтаж смотровых колодцев и устройство выпусков их дренажной системы;
- транспортирование автомобилями-самосвалами и выгрузка фильтрующего материала, распределение по траншее, уплотнение;
- устройство защитного песчаного слоя толщиной не менее 5 см, уплотнение и профилирование.

Состав работ на этапе 2 включает:

- транспортирование рулонов плоской геодрены к месту производства работ;
- укладку, крепление и соединение полотен геодрены; крепление материала осуществляется по временной и постоянной схемам с применением металлических анкеров или пригрузочных мешков; в ветреную погоду рекомендуется сочетать два способа крепления; соединение полотен геодрены выполняют в соответствии с рисунком 7;
- соединение с продольной системой дренажа в соответствии с проектом.

На этапе 3 в состав работ входят:

- транспортирование и выгрузка песка (фильтрующего грунта); засыпка им траншеи, распределение песка по поверхности геодрены толщиной не менее 20 см, уплотнение слоя из песка самоходными катками и профилирование (технология производства работ может приниматься в соответствии с положением рекомендаций [3], где на рисунке 9.9 показана технологическая схема по устройству защитных (дополнительно – дренирующих) прослоек из геосинтетического материала под песчаным подстилающим слоем дорожной одежды);
- контроль полотна геодрены в процессе ее засыпки.

Технологическая схема устройства комбинированной водоотводной и дренажной системы с применением дополнительной дренажной прослойки из плоской геодрены приведена на рисунке 18.

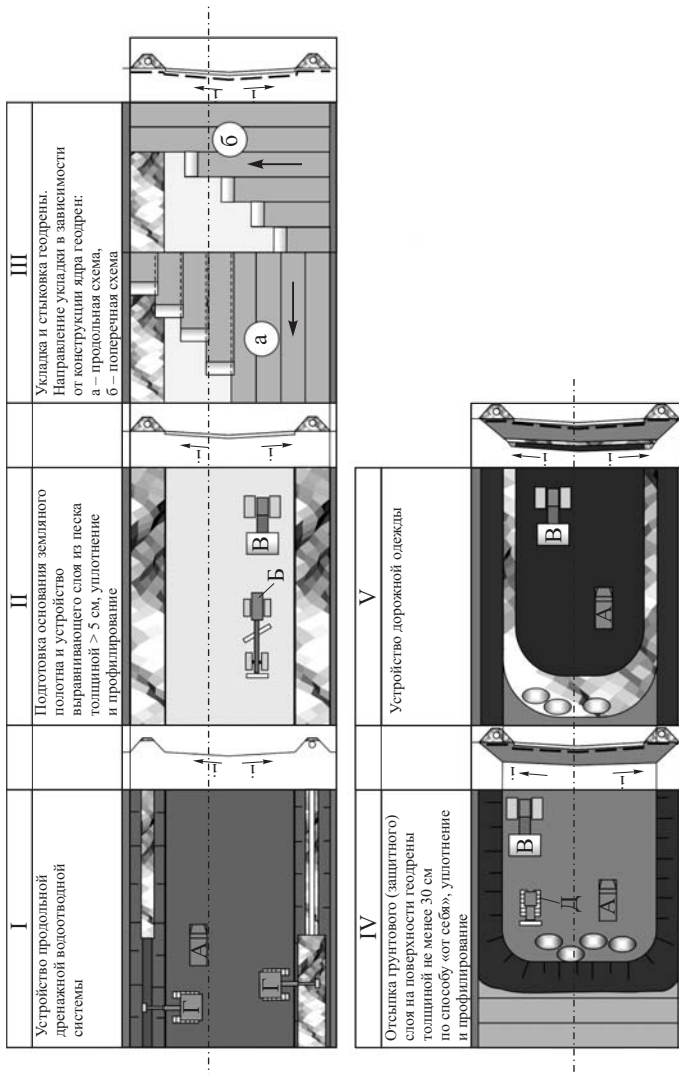
8.2.7 Состав работ по устройству откосного дренажа включает:

- подготовительные работы по устройству продольной дренажной системы и подготовке поверхности откоса (этап 1);
- подвоз и монтаж рулонов геодрены, стыковку с продольной дренажной системой (этап 2);
- формирование слоев над поверхностью геодрены (этап 3).

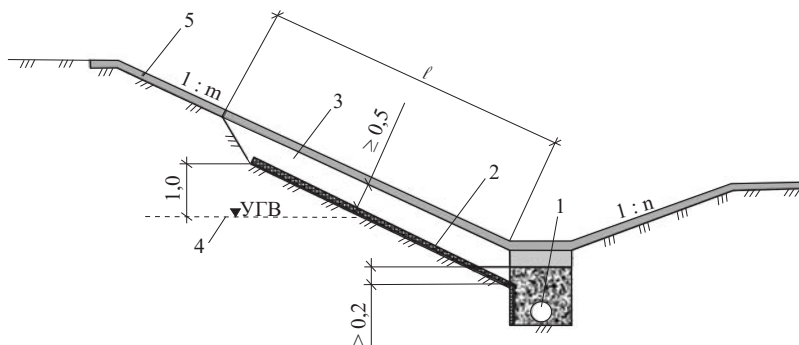
Пример конструкции откосного дренажа приведен на рисунке 19.

К подготовительному этапу относятся следующие работы:

- планировка откоса экскаватором-драглайном, оборудованным планировочной рамой;
- транспортирование, выгрузка и надвижка песка на откос автогрейдером для формирования защитного слоя толщиной не менее 5 см; устройство верхней анкерной канавы;
- устройство продольной дренажной системы, включающей рытье дренажной траншеи экскаватором, транспортирование и подсыпку щебня, уплотнение и продольное профилирование; монтаж дренажной трубы и соединение со смотровыми колодцами, обустройство выпуска дренажа; засыпку дренажных труб фильтрующим грунтом (щебнем, песком), уплотнение.



А – автомобиль-самосвал; Б – автогрейдер; В – каток; Г – экскаватор; Д – бульдозер
 Рисунок 18 – Технологическая схема устройства плоскостного дренажа с применением георены



- 1 – продольная трубчатая дрена; 2 – геодрена;
 3 – защитный и пригрузочный слой;
 4 – граница переувлажненного грунта; 5 – растительный грунт;
 ℓ – длина конструкции откосного дренажа

Рисунок 19 – Пример конструкции откосного дренажа
 с использованием плоской геодрены

Работы на этапе 2 по устройству откосного дренажа включают транспортирование, укладку на откос и в траншею плоской геодрены, крепление и соединение полотен, засыпку фильтрующим грунтом способом надвигки снизу вверх, засыпку верхней анкерной канавы.

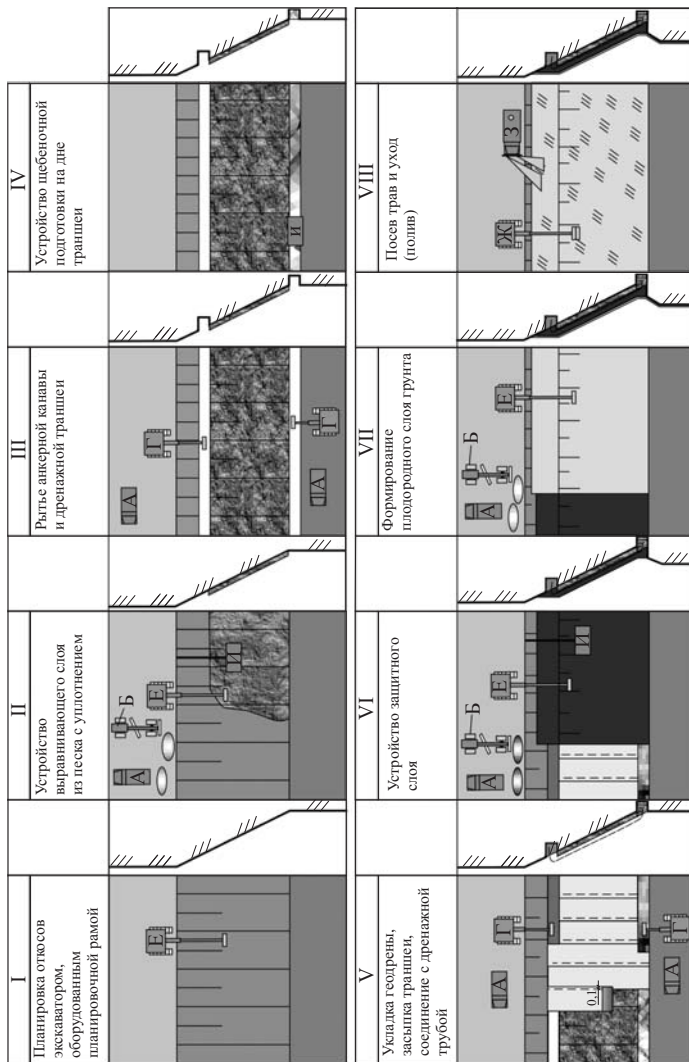
Работы на этапе 3 по устройству защитного (морозозащитного) и растительного слоев грунта состоят из следующих работ:

- транспортирования, выгрузки и надвигки глинистого грунта на откос автогрейдером или другой строительной техникой; разравнивания глинистого грунта, уплотнения;
- транспортирования, выгрузки, надвигки и разравнивания растительного грунта на откосе, посева семян трав вручную или методом гидропосева, полива засеянного откоса поливомоечной машиной.

Технологическая схема устройства откосного дренажа с применением дополнительной дренажной прослойки из плоской геодрены приведена на рисунке 20.

В тяжелых грунтовых условиях укладка геодрены производится по защитному песчаному слою.

Производительность работ по горизонтальной укладке полотен может быть определена исходя из скорости раскатывания рулонов при их ширине 4–5 м, которая составляет 2000–5000 м²/ч. Потери времени на выравнивание и анкеровку полотен рекомендуется увеличить в 2 раза по сравнению с показателем, приведенным в рекомендациях [3].



А – автомобиль-самосвал; Б – автогрейдер; Г – экскаватор; Е – экскаватор-драглайн, оборудованный рамой;

Ж – экскаватор с посевным агрегатом; З – поливочная машина; И – виброплита

Рисунок 20 – Технологическая схема устройства откосного дренажа с применением геотрени

Производительность работ по устройству прослойки из геодрены на откосе может определяться по аналогии с устройством горизонтального дренажа с понижающим коэффициентом 1,3; необходимое время на выравнивание полотна, соединение с продольной дренажной системой, анкеровку материала составляет 0,18–0,30 ч на одно полотно при его длине 10–30 м.

Отсыпку строительного грунта на геодрену ведут по способу «от себя» без заезда занятых на строительстве машин на открытое полотно геодрены.

8.3 Контроль качества работ

8.3.1 Строительный контроль за технологией производства работ по укладке геодрены заключается в систематическом наблюдении за соответствием выполняемых работ проекту, требованиям действующих нормативных документов.

Основной целью проведения контроля по устройству дренажной системы с применением горизонтальной геодрены является недопущение приемки дорожно-строительных работ, выполненных с нарушением требований проектной и технической документации, утвержденной в установленном порядке.

Важными задачами при осуществлении такого контроля являются:

- анализ соответствия разработанной и утвержденной технической документации;
- оценка качества применяемых материалов и изделий, соответствия качества строительства проектным требованиям;
- проведение освидетельствования скрытых работ, приемка законченных строительством участков или объектов;
- составление отчетов по проведенному строительному контролю на объектах строительства, реконструкции или капитального ремонта;
- обеспечение своевременного информирования заказчика обо всех нарушениях, выявленных при осуществлении такого контроля.

Общий порядок проведения контроля при производстве работ принимается с учетом положений СП 78.13330.2012, рекомендаций [5, 6]. Строительно-монтажные работы выполняются в соответствии с технической документацией на объект или участок строительства.

Контроль качества строительно-монтажных работ по укладке геодрены осуществляется:

- по отдельным видам работ (подготовке основания под укладку полотен геодрены, монтажу геодрены, устройству водоотвода и соединению с полотном геодрены);
- устройству конструктивных элементов стыковки полотен геодрены между собой и с системой водоотвода (продольного и поперечного);
- строительно-монтажным работам по законченным участкам устройства системы дренажа автомобильной дороги.

Перечень показателей качества сооружения земляного полотна определяется в соответствии с действующими нормативно-техническими документами. Рекомендуются проверять следующие показатели перед укладкой геодрены:

- правильность осевой линии поверхности земляного полотна в плане и профиле;
- плотность и однородность грунтов в рабочей зоне земляного полотна, ровность поверхности, соблюдение поперечных уклонов;
- правильность выполнения водоотводных сооружений.

Поверхность слоя земляного полотна перед и после укладки геодрены должна быть защищена от избыточного увлажнения атмосферными осадками за счет нарушения стока. Не допускается проведение работ на участках, устроенных с нарушением требований по обеспечению поверхностного стока. Наличие размывов, водной и ветровой эрозии земляного полотна на промежуточных этапах строительства фиксируется и устраняется с принятием мер по предупреждению их образования на других участках.

При контроле строительно-монтажных работ визуально оценивается наличие крупных включений в контактирующих с геодреной грунтовых слоях (не допускается наличия камней и комьев, размер которых превышает 1/3 толщины вышележащего слоя).

При укладке геодрены контролируют:

- сплошность перекрытия поверхности земляного полотна материалом при визуальном осмотре;
- правильность стыковки полотен и отсутствие складок;
- отсутствие повреждений и подвижек материала при надвижке и уплотнении грунта;
- наличие участков натяжения материала;
- правильность устройства узлов соединения с водоотводной и дренажной системами.

В соответствии с пунктом 7.6.6 СП 78.13330.2012 необходимо контролировать толщину защитного слоя грунта насыпи, отсыпаемого на прослойку из геодрены, которая должна быть не менее 0,15 м.

8.3.2 При хранении и монтаже геодрены следует соблюдать требования нормативно-технической документации завода-изготовителя. Рулоны материала на приобъектном складе должны храниться в ненарушенной упаковке. После монтажа геодрены материал перекрывается слоем грунта в срок, соответствующий требованиям завода-изготовителя. График и этапность строительных (земляных) работ по возведению земляного полотна должны учитывать это условие.

8.3.3 Приемка работ по монтажу геодрены осуществляется путем составления актов на скрытые работы.

При приемке участка укладки геодрены проверяют:

- расположение полотен геодрены в плане и профиле и их размеры, величину заделки в конструкцию водоотводной и дренажной системы;
- величину поперечного и продольного нахлеста полотен геодрены при стыковке, правильность закрепления геодрены металлическими анкерами;
- ровность швов стыковки полотен геодрены;
- поперечные уклоны поверхности основания земляного полотна;
- наличие актов на скрытые работы, актов, устанавливающих соблюдение проектных требований к качеству грунтов, особенно если работы ведутся в зимний период.

При длительном перерыве работ перед их возобновлением поверхность укладки геодрены вновь подлежит приемке с составлением соответствующего акта.

Перед укладкой геодрены контролируются поперечные уклоны основания. Величина поперечного уклона под двух- или односкатный профиль должна отвечать проектному значению (не менее 30 ‰).

Требования к основным контролируемым параметрам представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Требования к основным контролируемым параметрам

Контролируемый параметр	Допустимое отклонение	Метод контроля
1	2	3
Поперечные уклоны поверхности	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах от – 0,010 до 0,015, а остальные – до 0,005	Нивелирование поверхности

Окончание таблицы 5

1	2	3
Прямолинейность продольных швов стыковки полотен	Не более 5 % длины стыковки могут иметь отклонения от прямой линии до 100 мм	Визуально
Величина нахлеста при продольной и поперечной стыковке полотен геодрены	Не более 5 % длины стыковки могут иметь отклонения от величины нахлеста не более 10 %	Измерительный инструмент

8.3.4 Оценка качества применяемых материалов (геодрены) на стадии входного контроля осуществляется визуальным осмотром состояния упаковки, проверкой соответствия показателей геодрен, указанных в сопроводительной документации, проектным требованиям. Сопроводительная документация производителя должна включать:

- сертификат соответствия, выданный на основе результатов сертификации геосинтетических материалов на соответствие требованиям стандарта организации, устанавливающего требования к геодрене;

- документы, регламентирующие область применения геодрен, согласованные организациями, представляющими отрасль потребителя.

К оценке основных параметров физико-механических свойств геодрен следует привлекать аккредитованные испытательные центры. Рекомендуемый перечень определяемых параметров свойств следующий:

- водопропускная способность геодрены под давлением 20 кПа при гидравлическом градиенте, равном 1, или при давлении и градиенте, соответствующих фактическим показателям в конкретной дорожной конструкции (см. приложение А);

- толщина геодрены под давлением 2 кПа (ГОСТ Р 50276–92);

- коэффициент фильтрации фильтра геодрены под давлением 2 кПа (ГОСТ Р 52608–2006);

- прочность при растяжении геодрены (ГОСТ Р 55030–2012).

8.3.5 Технический надзор, а также промежуточная приемка скрытых работ по укладке геодрены осуществляются заказчиком или уполномоченными лицами.

Технический надзор рекомендуется проводить непрерывно на протяжении периода укладки геодрены и заканчивать после перекрытия материала первым слоем грунта насыпи и соединением полотен с водоотводной и дренажной системой автомобильной дороги.

В результате технического надзора выборочно проверяется качество, своевременность и технологическая последовательность выполняемых подрядчиками строительно-монтажных работ по подготовке основания, укладке геодрены и перекрытию ее первым слоем грунта насыпи, а также соответствие их проекту и требованиям нормативно-технических документов.

При появлении в сооружении признаков деформации, которые могут повлечь разрушения и снижение эффективности дренажной системы с геодреной, дальнейшие работы приостанавливаются, принимаются меры по их предотвращению.

8.4 Техника безопасности

При производстве работ по устройству конструкции дренажа с применением плоских геодрен следует руководствоваться нормами [7, 8] и правилами охраны труда при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог, а также типовыми инструкциями по охране труда машинистов и рабочих. К работе по монтажу плоской геодрены допускаются рабочие, прошедшие обучение и инструктаж по безопасности труда.

Плоские геодрены по составу в условиях хранения, транспортирования и эксплуатации нетоксичны, не выделяют вредных веществ в концентрациях, опасных для здоровья человека и окружающей среды.

Плоские геодрены относятся к легковозгораемым материалам, в целях предотвращения возгорания необходимо соблюдать правила пожарной безопасности при их хранении и транспортировании, в том числе правила, указанные в сопроводительной документации производителя.

При проведении работ по укладке полотен плоской геодрены необходимо соблюдение мер по организации движения транспортных средств и ограждению мест производства работ в соответствии с рекомендациями [9].

Приложение А

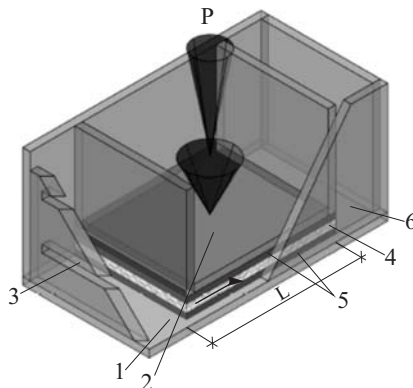
Метод оценки водопропускной способности плоской геотрены

А.1 Общие положения

Данный метод разработан для определения водопроницаемости в плоскости геотрен. Его положения в основном совпадают с положениями ГОСТ Р 52608–2006 в части схемы испытаний (подраздел 4.8, схема на рисунке 16), но учитывают специфические особенности геотрен. Сущность метода заключается в определении объемного расхода воды, протекающей в направлении плоскости полотна геотрены при заданном градиенте напора под сжимающей нагрузкой.

А.2 Средства измерений, испытательное и вспомогательное оборудование, устройства, вещества и материалы

Прибор для определения водопроницаемости в плоскости геотрены представляет собой герметичную фильтрационную камеру прямоугольной формы, способную подавать и сбрасывать воду, с нагружающим устройством для передачи давления на образец и устройством для измерения напора воды. Возможная схема испытательного прибора приведена на рисунке А.1.



- 1 – фильтрационная камера;
 - 2 – нагрузочная плита, передающая нагрузку P ;
 - 3 – водосливное отверстие, обеспечивающее требуемое значение гидравлического напора; 4 – образец геотрены;
 - 5 – контактные прокладки; 6 – камера подачи воды
- Рисунок А.1 – Пример схемы испытательного прибора по определению водопроницаемости в плоскости геотрены

Прибор должен обеспечивать:

- испытания образцов геодрены шириной 0,2 м и длиной 0,3 м, а также плотное прилегание торцов образца к стенкам фильтрационной камеры под нагрузочной плитой;
- испытание образцов толщиной до 50 мм с учетом наличия контактных резиновых прокладок или прокладок из других материалов толщиной не менее 25 мм, укладываемых с двух сторон образца;
- герметичность; при минимальной вертикальной сжимающей нагрузке и максимальном градиенте напора при отсутствии образца геодрены, когда нагрузочная плита и контактные прокладки соприкасаются между собой, расход воды не должен превышать 0,2 мл/с; в случае очень низкого расхода воды он не должен превышать 10 % от величины расхода;
- создание постоянной величины градиента напора воды при различных высотах столбов воды, соответствующих градиентам напора, равным 0,03, 0,1 и 1,0, и при этом поддерживать высоту столба воды в выпускном сечении не более 100 мм; высота воды в выпускном сечении должна регулироваться при изменении вертикальной сжимающей нагрузки;
- возможность приложения к образцу вертикальной сжимающей нагрузки, величина которой не превышает нагрузку, приводящую к деформациям прибора и влияющую на результаты испытаний; нагружающее устройство должно обеспечивать приложение к образцу постоянной величины вертикальной сжимающей нагрузки, равной 20, 40, 100 и 200 кПа, с погрешностью измерения $\pm 5\%$.

В качестве материала контактных прокладок следует использовать пористую резину с закрытыми порами, имеющую характеристики, соответствующие диаграмме «сжатие – деформация», приведенной на рисунке А.2.



Рисунок А.2 – Диаграмма зависимости уменьшения толщины пористой резиновой прокладки с закрытыми порами от нормального напряжения сжатия

Контактные прокладки должны располагаться с каждой стороны образца и иметь толщину 10 мм при толщине геодрены до 10 мм. Для образца геодрены толщиной от 10 до 25 мм толщина каждой прокладки должна составлять от 1 до 1,25 толщины образца, толщиной более 25 мм – 25 мм. Для получения требуемой толщины резиновой прокладки допускается составлять ее из двух слоев. Ширина и длина прокладки должны соответственно равняться ширине и длине нагрузочной плиты прибора. Во избежание стеснения потока воды как на входе, так и на выходе из образца из-за сжатия прокладки рекомендуется уменьшить ее длину на величину, кратную 0,4 от ее толщины.

Для испытаний необходимо применять отфильтрованную питьевую воду. Вода не должна содержать видимых взвешенных твердых частиц. При проведении испытаний в воду следует добавлять вещества, снижающие гидрофобный эффект.

При проходе воды через образец до 0,3 л/(м·с) включительно вода должна быть деаэрированной или подаваться от установки по дистилляции воды, при проходе более 0,3 л/(м·с) допускается применять воду из водопроводной сети.

Температура воды должна находиться в пределах от 18 °С до 22 °С и быть равна или превышать комнатную температуру испытательной лаборатории.

Содержание кислорода в воде, измеренное в месте подачи воды в прибор, не должно превышать 10 мг/кг.

При проведении экспериментов следует регистрировать температуру воды, а также принимать необходимые меры для предотвращения попадания воздуха в водопроводную воду. Использование воды из непрерывного повторного цикла не допускается.

Для измерения результатов и параметров экспериментальных работ основное контрольно-измерительное оборудование должно включать:

- измеритель растворенного кислорода;
- секундомер с точностью измерения до 0,1 с;
- термометр с точностью измерения до 0,2 °С;
- мерный сосуд для определения расхода воды с точностью измерения до 1 %;
- измерительное устройство для нахождения создаваемого напора с точностью измерения до 1 мм;
- измерительное устройство для определения приложенной сжимающей нагрузки с точностью измерения до 1 %;
- кондиционеры и другое аналогичное оборудование, обеспечивающие требуемые климатические условия проведения экспериментальных работ.

При низком расходе воды ее масса должна определяться с помощью весов высокого класса точности при точности измерения до 1 %, при высоком или среднем расходе она может быть измерена непосредственно счетчиком воды с точностью до 5 %.

Кондиционирование при испытаниях в стандартных климатических условиях можно не проводить, если очевидно, что на результаты, получен-

ные при испытании одного и того же типа геодрен, не влияют атмосферные климатические условия, превышающие установленные предельные значения. Данная информация должна фиксироваться в протоколе испытаний.

А.3 Методика определения водопропускной способности в плоскости полотна геодрены

Методика определения водопропускной способности включает следующие этапы:

- отбор и подготовку проб;
- подготовку к проведению испытаний;
- проведение испытаний;
- обработку результатов испытаний.

Для отбора проб следует применять чистый, без поверхностных отложений, видимых повреждений и следов перегиба материал. Отобранную пробу материала необходимо хранить в горизонтальном положении без нагрузки.

Для проведения испытаний из пробы вырезают шесть образцов – три образца с размером по длине вдоль полотна, три образца с размером по длине поперек образца.

Образец должен иметь следующие геометрические параметры:

- длина каждого образца в направлении течения воды равна длине нагрузочной плиты прибора по определению водопроницаемости (см. рисунок А.1), но не менее 300 мм; при использовании приборов с мембранным типом нагрузочной плиты длина образца может превышать длину нагрузочной плиты;
- ширина каждого образца в направлении поперек течения воды принимается равной 200 мм и соответствует ширине нагрузочной плиты и внутреннему поперечному размеру фильтрационной камеры для обеспечения плотного прилегания торцов образца к стенкам камеры.

Перед проведением испытаний образцы высушивают. Образец считается пригодным для испытаний, если при выдерживании в стандартных климатических условиях (относительной влажности $(65 \pm 5) \%$, температуре $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$) и последовательном взвешивании с интервалом не менее 2 ч изменение массы не превышает 0,25 % от массы образца.

Подготовка к проведению испытаний выполняется в следующей последовательности:

- измеряется номинальная толщина испытательных образцов под давлением 2 кПа в соответствии с ГОСТ Р 50276–92;
- определяется толщина контактных прокладок;
- испытательный образец помещается минимум на 12 ч в предварительно перемешанную для удаления пузырьков воздуха и содержащую смазывающий реагент воду;
- производится сборка прибора в соответствии с рабочей схемой;
- готовый к испытанию образец помещается на нижнюю контактную прокладку, на его поверхность укладывается верхняя контактная прокладка и сверху устанавливается нагрузочное устройство;

- для вытеснения воздуха из образца на него устанавливается первоначальная нагрузка величиной не менее 20 кПа с учетом массы нагруженного устройства;

- при установленном давлении подается вода в рабочий резервуар фильтрационной камеры с максимальным (для данного эксперимента) напором и проверяется герметичность на контакте образца и стенок фильтрационной камеры (вдоль краев образца); при наличии течи необходимо переустановить образец или заменить его на другой;

- при продолжающейся с тем же напором подаче воды нагрузку снижают, в течение 10 мин выполняют несколько аналогичных циклов нагрузки-разгрузки;

- передают образцу постоянное вертикальное давление величиной 20 кПа и выдерживают его в течение 360 с.

Испытания выполняют следующим образом:

- проводят испытания для каждого значения гидравлического напора от 0,03 до 1,0 или при градиенте напора, соответствующем возникающему в конкретной строительной конструкции при значениях давления на образец, равных 20, 40, 100 и 200 кПа, или при давлении, соответствующем воздействию на материал в конкретной строительной конструкции;

- заполняют впускной отсек фильтрационной камеры прибора водой до уровня, соответствующего величине гидравлического напора 0,03 при давлении на образец 20 кПа, и пропускают воду через образец в течение 120 с; собирают воду, прошедшую через образец за данный период времени, в измерительный сосуд в объеме не менее 0,5 л при времени сбора не менее 5 с; для образца с низкой водопроницаемостью время сбора воды может быть увеличено до 600 с; в процессе эксперимента фиксируются количество собранной воды и ее температура;

- повторяют испытание для данного образца при тех же значениях давления и градиента напора еще два раза;

- принимают объем собранной воды как среднее арифметическое его значение по результатам трех испытаний; при использовании для измерения собранной воды расходомеров его величина определяется как среднее значение из трех показаний прибора, взятых с интервалом не менее чем через 15 с;

- повторяют перечисленные замеры при гидравлическом напоре, равном 0,1 и 1,0, без изменения значений давления на образец;

- уменьшают гидравлический напор до 0,03 после определения объема прошедшей воды через образец при нагрузке 20 кПа и увеличивают давление до 40 кПа, выдерживают образец в течение 120 с и проводят полный цикл эксперимента, как было указано выше при гидравлических градиентах, равных 0,1 и 1,0;

- повторяют испытания при других величинах давления.

Испытания проводят для каждого из шести образцов при всех величинах напора и давления.

В результате эксперимента должны быть определены и зафиксированы следующие параметры:

- ширина образца W , м, с точностью до второго знака после запятой;
- значения нормальных сжимающих нагрузок (давлений) P , кПа, с точностью до третьего знака после запятой;
- гидравлический градиент напора i ;
- температура воды, $^{\circ}\text{C}$, с точностью $\pm 0,2$ $^{\circ}\text{C}$;
- время t , с, с точностью до одного знака после запятой;
- средний по результатам трех измерений объем воды V , л; при измерении водомерными счетчиками – средний по результатам трех измерений расход воды Q , $\text{м}^3/\text{с}$.

Рекомендуемая форма лабораторного журнала по определению водопропускной способности плоской геодрены приведена в приложении Б.

А.4 Правила обработки результатов испытаний и их оформления

За промежуточный результат испытания принимают среднее арифметическое значение измеренного объема воды или расхода воды при заданных гидравлических градиентах, равных 0,03, 0,1 и 1,0, и давлениях, равных 20, 40, 100 и 200 кПа.

Водопропускная способность геодрены по результатам лабораторных испытаний может быть определена по формулам

$$q_{\text{пр}} = \frac{V \cdot R_{\text{T}}}{W \cdot t}, \quad (\text{A.1})$$

$$q_{\text{пр}} = \frac{Q \cdot R_{\text{T}}}{W}, \quad (\text{A.2})$$

где $q_{\text{пр}}$ – водопропускная способность геодрены при температуре 20 $^{\circ}\text{C}$, л/(м·с), с точностью до двух знаков после запятой;

R_{T} – поправочный коэффициент приведения температуры воды к 20 $^{\circ}\text{C}$ при проведении экспериментов в диапазоне температур воздуха от 18 $^{\circ}\text{C}$ до 22 $^{\circ}\text{C}$, принимается по графику на рисунке А.3 или формулам

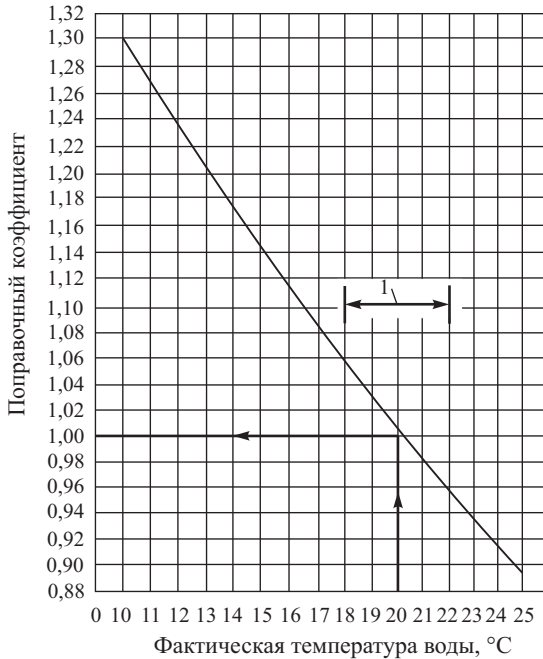
$$R_{\text{T}} = \frac{\eta_{\text{T}}}{\eta_{20}} = \frac{1,763}{1 + 0,033 \cdot T + 0,00022 \cdot T^2}, \quad (\text{A.3})$$

$$\eta_{\text{T}} = \frac{1,78}{1 + 0,0337 \cdot T + 0,00022 \cdot T^2}, \quad (\text{A.4})$$

где η_{T} – динамическая вязкость при фактической температуре воды от 18 $^{\circ}\text{C}$ до 22 $^{\circ}\text{C}$, мПа · с;

η_{20} – динамическая вязкость при температуре воды 20 $^{\circ}\text{C}$, мПа · с;

T – температура воды, $^{\circ}\text{C}$.



1 – интервал требуемого диапазона температур воды (от 18 °C до 22 °C)

Рисунок А.3 – Графическое определение поправочного коэффициента в зависимости от фактического значения температуры воды в процессе проведения эксперимента

Связь между водопропускной способностью геодрены $q_{гр}$ и ее коэффициентом фильтрации $K_{фг}$ может быть установлена при необходимости по формуле

$$K_{фг} = \frac{q_{гр}}{\delta \cdot i}, \quad (A.5)$$

где δ – толщина геодрены при определенном давлении, м.

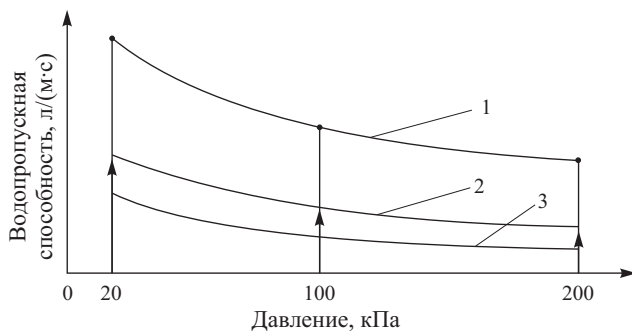
По результатам испытаний составляется документ (протокол, акт, заключение), характеризующий качество представленной пробы, и делается запись в лабораторном журнале. При необходимости полученные данные могут быть сведены в таблицу экспериментальных данных и вычислений.

В документе и журнале должны быть указаны:

- наименование организации, предоставившей пробу на испытание;
- обозначение и наименование настоящего методического документа;
- идентификационные данные материала (образцов) в соответствии с

ГОСТ Р 55028–2012;

- дата поступления пробы на испытание;
- дата проведения испытаний;
- атмосферные климатические условия для испытаний;
- наименование используемого прибора, включая диаграмму;
- количество испытываемых образцов;
- ширина образца, если она отличалась от 0,2 м;
- общая кривая зависимости водопрпускной способности геодрены от сжимающей нагрузки (давления) для минимум трех заданных градиентов напора, равных 0,03, 0,1 и 1,0 (рисунок А.4);
- средние значения водопрпускной способности в плоскости полотна при заданных гидравлических градиентах напора и нормальных сжимающих нагрузках;
- диапазон температуры воды;
- тип воды (деаэрированная, дистиллированная или водопроводная);
- все отклонения от описанной методики проведения испытания;
- любая информация об изменениях в гидравлическом поведении геодрены и изделиях на ее основе;
- результаты испытаний.



1 – гидравлический градиент, равный 1,0;

2 – то же, 0,1; 3 – то же, 0,03

Рисунок А.4 – Кривая зависимости водопрпускной способности геодрены от давления

Приложение Б

Журнал лабораторного определения водопропускной способности плоской геодрены

Регистрационный номер образца для испытаний _____ дата _____
 Дата отбора проб _____
 Дата проведения испытаний _____
 Наименование геотекстильного материала или изделия на его основе _____
 Идентификация образца _____
 Поверхностная плотность, г/м² _____
 Наименование прибора и краткие сведения о нем _____
 Размеры пробы: длина _____ м, ширина _____ м
 Температура воздуха проведения испытаний _____ °С
 Температура воды _____ °С

Нормальная сжимающая нагрузка S , кПа	Гидравлический градиент напора i	Среднее значение объема воды V , л, или расхода воды Q , м ³ /с, без учета ее температуры	Время сбора воды t , с	Поправочный коэффициент R_T	Водопропускная способность геодрены q_{pr} , л/(м·с), с учетом поправочного коэффициента
20	0,04				
	0,1				
	1,0				
40	0,04				
	0,1				
	1,0				
100	0,04				
	0,1				
	1,0				
200	0,04				
	0,1				
	1,0				

Испытания провел _____ Ф.И.О
 (подпись)

Библиография

- | | | |
|-----|--------------------|--|
| [1] | ОДН 218.046–01 | Проектирование нежестких дорожных одежд |
| [2] | DIN EN 13249:20016 | Geotextiles and geotextile-related products – Required characteristics for use in the construction of roads and other trafficked areas |
| [3] | ОДМ 218.5.003–2010 | Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог |
| [4] | | Технологические карты по устройству земляного полотна и дорожной одежды. Введены в действие распоряжением Минтранса России от 23.05.2003 № ОС-468-р |
| [5] | ОДМ 218.7.001–2009 | Рекомендации по осуществлению строительного контроля на федеральных автомобильных дорогах |
| [6] | ОДМ 218.2.046–2014 | Рекомендации по выбору и контролю качества геосинтетических материалов, применяемых в дорожном строительстве. Рекомендованы к применению распоряжением Федерального дорожного агентства от 11.08.2014 № 1472-р |
| [7] | СНиП 12–03–2001 | Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования |
| [8] | СНиП 12–04–2002 | Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство |
| [9] | ОДМ 218.6.019–2016 | Рекомендации по организации движения и ограждению мест производства дорожных работ |

ОКС 93.100

Ключевые слова: дренажные конструкции, многослойные композиционные геодрены, проектирование, технология, рекомендации

Руководитель организации-разработчика
ФГБУ «РОСДОРНИИ»

Генеральный директор _____ О.Н. Ярош

Редактор *В.М. Сафронова*
Корректор *О.П. Вьюнова*
Компьютерная верстка *Е.Н. Мурохина, Т.Б. Рябинкина*
Компьютерная графика *Т.Б. Рябинкина*

Подписано в печать 21.09.2017 г. Формат бумаги 60х84 1/16.
Уч.-изд. л. 3,4. Печ. л. 3,7. Тираж 300.

Адрес ФГБУ «ИНФОРМАВТОДОР»:
129085, г. Москва, Звёздный бульвар, д. 21, стр. 1
Тел.: +7 (495) 747-91-00, 747-91-05
E-mail: sif@infad.ru
Сайт: информавтодор.рф