

Приложение 5.

Технические характеристики сварочных аппаратов

Аппарат контактной сварки TWINNY (Leister)

Напряжение	230 В
Частота	50/60 Гц
Мощность	2500 Вт
Диапазон регулировки: температуры скорости	20-600 °С 0,5-3,5 м/мин
Сварочное давление	максимально 1500 атм.

Сварочный экструдер

Производительность	0,5-2,0 кг/час
Свариваемые материалы	ПЭ, ПП
Присадочный материал	Пруток диаметром 3-5 мм
Область применения	Пластины толщиной 6-25 мм
Вес	8,3 кг
Агрегат	1000 Вт, 230 В, электронное регулирование оборотов
Нагреватель экструдера	675 Вт, 230 В
Нагреватель вентилятора	2200 Вт, 230 В
Регулировка температуры сварки	Температурный регулятор с одновременным показанием реального и требуемого значений
Регулировка температуры воздуха	Температурный регулятор с одновременным показанием реального и требуемого значений
Расход воздуха	300 л/мин

ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники им. Б.Е. Веденеева»

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова

Общество с ограниченной ответственностью
«ГИДРОКОР»

Рекомендации по проектированию и строительству противофильтрационных устройств из полимерных рулонных материалов

Утверждено
Научно-техническим Советом
Федерального Центра
энергоресурсосбережения
в жилищно-коммунальном хозяйстве
Госстроя России

Санкт-Петербург
2001

УДК 627.8.034.93.04(083.13)

Рекомендации по проектированию и строительству противofильтрационных устройств из полимерных рулонных материалов. – СПб. НИИ АКХ им. К.Д.Памфилова, 1999. – 40 с.

Содержит материалы, необходимые для проектирования противofильтрационных устройств из полимерных полотнищ, применяемых в конструкциях земляных сооружений водохранилищ, хвостохранилищ, различных накопителей производственных сточных вод и обеспечивающих охрану подземных и поверхностных вод от загрязнения.

Приведены схемы типовых узлов конструкций и сооружений, выполненные с применением полимерных полотнищ.

Для инженерно-технических работников проектных и строительных организаций, а также для работников служб эксплуатации систем водоснабжения и канализации.

Разработаны: ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева»,
СПб НИИ АКХ им. К.Д. Памфилова,
ООО «ГИДРОКОР».

Научные редакторы: кандидаты технических наук

О.И. Глаштейн (ООО «ГИДРОКОР»),

С.И. Кривоносов, М.Г. Новиков (СПб НИИ АКХ им. К.Д. Памфилова),

Е.Н. Кузнецов, А.Н. Дымант (ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева»).

**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ
ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ
ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ РУЛОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

4. К конусу, располагающемуся в процессе испытания строго вертикально, прикладывается нагрузка. Нагрузка создается при помощи рычагового приспособления, на конце коромысла которого подвешен сосуд, в который заливается небольшими порциями вода.

5. В процессе загрузки конуса ведется непрерывное наблюдение по шкале прибора, измеряющего электрическое сопротивление. За величину прокалывающей нагрузки принимают то значение нагрузки, при котором резко уменьшилось (почти упало до нуля) электрическое сопротивление.

6. Испытание проводят не менее 10 раз и за расчетное значение прокалывающей нагрузки принимают среднеарифметическое значение.

Приложение 4.

Журнал производства сварочных работ

№ полотнища	Дата	Размеры, м ²	Масса, кг	Способ и режим сварки			Контроль качества шва		Подпись	
				Способ	T ⁰ С _{св}	V _{св}	T ⁰ С _{возд.}	Прочность	Герметичность	Сварщика

Приложение 2.

Физико-механические показатели

Наименование показателей	Единица измерений	ПЭНД	ПЭВД	ПП
Толщина	мм	0,5-2,5	0,5-2,5	0,5-2,5
Плотность	г/см ³	0,94-0,97	0,92-0,93	0,91-0,92
Предел текучести при растяжении	МПа	28	25	22
Относительное удлинение при разрыве	%	650-700	780-850	550-650
Модуль упругости при изгибе	МПа	650-750	120-260	100-200

Приложение 3.

Методика определения коэффициента эффективности защитной прокладки

1. Величина коэффициента эффективности защитной прокладки K_n определяется по формуле:

$$K_n = \frac{P_{np}}{P_{nl}}$$

где P_{np} – прокалывающая нагрузка, определенная для полиэтиленовой пленки, на которую уложена защитная прокладка;

P_{nl} – прокалывающая нагрузка, определенная для полиэтиленовой пленки без защитной прокладки.

2. Исследуемая пленка (или пленка закрытая защитной прокладкой) укладывается на жесткое гладкое металлическое основание и на нее устанавливается металлический конус, имеющий угол 60° (пленка должна быть сухой).

3. Конус и основание присоединяются к прибору, измеряющему электрическое сопротивление.

ВВЕДЕНИЕ

«Рекомендации по проектированию и строительству противοфильтрационных устройств из полимерных рулонных материалов» содержат материалы по проектированию и строительству противοфильтрационных устройств (экранов, диафрагм и т.п.) на различного типа грунтовых гидротехнических сооружениях, хранилищах отходов и подобных объектах. Они составлены на базе и в развитие нормативных документов, регламентирующих конструкции из полимерных пленок: «Инструкции» СН 551-82 Госстроя СССР, «Рекомендации» П 82-79 ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева, «Указаний» ВСН 07-74 Минэнерго СССР и других. Необходимость данного документа вызвана появлением на рынке новых отечественных и зарубежных материалов значительно большей толщины, чем используемые ранее пленки (0,75-2,5 мм вместо 0,05-0,2 мм). Для этих новых материалов ряд положений прежних документов неприменимы: могут быть сняты многие ограничения в области применения, изменяются ряд конструкций сопряжений с бетонными и металлическими изделиями и т.д. С другой стороны основные положения, касающиеся самих полимеров – химическая стойкость к различным материалам и т.п., остаются в силе. «Рекомендации» разработаны по инициативе ООО «Гидрокор» при участии ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева» (разделы 1-4), СПб НИИ АКХ им. Қ.Д. Памфилова.

В «Рекомендациях» использованы результаты исследований В.Д. Глебова, В.П. Лысенко, А.И. Бельшева, И.Е. Кричевского, Н.А. Кильдишева, О.И. Гладштейна и др.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Область применения

1.1.1. Настоящие «Рекомендации» должны использоваться при проектировании, строительстве и приемке в эксплуатацию противофильтрационных устройств из рулонных полимерных материалов, выполняемых на гидротехнических сооружениях (плотинах, дамбах, промышленных бассейнах, каналах), хвостохранилищах, свалках промышленных и бытовых отходов, других сооружениях, обеспечивающих охрану подземных и поверхностных вод от загрязнения.

1.1.2. Под противофильтрационным устройством понимается конструкция, включающая непосредственно противофильтрационный полимерный элемент, обеспечивающий водонепроницаемость всего сооружения, подстилающий и защитные слои. Противофильтрационным полимерным элементом в данном случае являются один или несколько полотен из рулонных полимерных материалов

1.1.3. Полимерные противофильтрационные устройства должны выполняться в соответствии с действующими нормативными документами: главами СНиП по проектированию плотин из грунтовых материалов, проектированию полигонов по обеззараживанию и захоронению токсичных промышленных отходов, проектированию и эксплуатации полигонов для твердых бытовых отходов, проектированию сооружений мелиоративных систем сетей и сооружений канализации, оснований гидротехнических сооружений; правилами по производству и приемке работ сооружений гидротехнических, транспортных и энергетических систем.

1.1.4. Полимерные противофильтрационные устройства могут применяться в грунтовых гидротехнических сооружениях без ограничения по напору. При этом толщина противофильтрационных элементов и другие конструктивные особенности противофильтрационных устройств определяются расчетами. Возможность применения противофильтрационных устройств из полимерных материалов для накопителей твердых и жидких отходов определяется химической стойкостью и прочностью соответствующего полимера (полиэтилена,

Приложение 1.

Данные по химической стойкости ПЭВП

Реагент	Концентрация, %	Температура, °С
Алюминий азотокислый	40	30
Оксид алюминия	Любая	До 70
Аммоний азотокислый	65	70
Аммоний сернокислый	40	110
Ацетон (относит. стойкий)	-	30
Бензин (не стойкий)	-	30
Барий хлористый	30	70
Вода	-	30
Дихлорэтан	-	30
Калий бромистый	40	70
Поташ	Любая	50
Кальций азотокислый	60	70
Хлорная известь	90	30
Азотная кислота	50	30
Кремневая кислота	Любая	70
Лимонная кислота	Любая	70
Муравьиная	Любая	70
Серная	70 - 75	30
Соляная	Любая	До 50
Ортофосфорная	До 90	30 - 70
Плавиновая	50	30
Щавелевая	До 8,7	70
Керосин	-	30
Льняное масло	-	30
Мыльный раствор	-	30
Натрий азотокислый	До 46	70
Натрий сернистый	-	70
Натрий углекислый	До 8	70
Нефть и нефтепродукты	-	30
Минеральное удобрение	-	50

6.12. Электроинструмент с напряжением более 30 В. заземлить.

6.13. В процессе сварки запрещается направлять ствол сварочного аппарата в сторону людей, заглядывать в канал нагревательной трубки, так как при нарушении теплового режима сварки возможен выброс расплавленной массы.

6.14. При перевозке сварочное устройство необходимо предохранять от падений и резких толчков.

полипропилена) к агрессивному и силовому воздействию складированных отходов (приложение 1).

1.1.5. При температуре полимерного противофильтрационного элемента в процессе эксплуатации выше +60 °С требуется специальное обоснование возможности его применения. Обоснование требуется также в случаях:

- ⇒ если в основании залегают грунты, не отвечающие требованиям СНиП по проектированию плотин из грунтовых материалов;
- ⇒ наличия в основании просадочных или пучинистых грунтов;
- ⇒ возможности механической или химической суффозии грунтов основания;
- ⇒ наличия в основании вечномерзлых грунтов;
- ⇒ расположения в сейсмически опасных районах;
- ⇒ возможности образования морозобойных трещин в основании.

1.1.6. Применение противофильтрационных устройств из полимерных рулонных материалов в конструкциях накопителей и полигонов для захоронения промышленных и бытовых отходов особенно целесообразно в следующих случаях:

1.1.6.1. При отсутствии в районе строительства в достаточном количестве грунтов, пригодных для грунтовых противофильтрационных устройств.

1.1.6.2. При наличии затруднений с укладкой грунтов в противофильтрационное устройство.

1.1.6.3. В сейсмических районах, где другие противофильтрационные конструкции могут оказаться недостаточно надежными.

1.1.6.4. При наличии глинистых грунтов, не устойчивых к воздействию агрессивных стоков.

1.2. Основные типы полимерных противофильтрационных устройств

1.2.1. Противофильтрационные устройства из рулонных материалов разделяются на экраны и диафрагмы.

1.2.2. Экраны выполняются на поверхности грунтовых сооружений: откосах, дне или части дна сооружения, рис. 1.2.1.

1.2.3. Диафрагмы выполняются в теле плотин и дамб или непосредственно в грунте основания в виде завесы, рис. 1.2.2.

1.2.4. Возможно сочетание экрана на откосах с завесой (диафрагмой) у его подножия – рис. 1.2.3.

1.3. Конструкции полимерных противofильтрационных устройств

1.3.1. По конструкции и условиям работы противofильтрационные экраны могут быть:

1.3.1.1. – непогребенные – без защитного слоя (рис. 1.3.1.);

1.3.1.2. – однослойные с одним противofильтрационным элементом в виде полимерного полотна и защитным слоем над ним (рис. 1.3.2.);

1.3.1.3. – двухслойные: с двумя полимерными противofильтрационными элементами и дренажным слоем между ними (рис. 1.3.3.);

1.3.1.4. – комбинированные: с одним полимерным противofильтрационным элементом и противofильтрационным грунтовым или бентонитовым элементом над ним (рис. 1.3.4.).

1.3.2. Противofильтрационные экраны без защитного слоя (непогребенные) выполняются там, где нет опасности повреждения полимерного полотна в процессе эксплуатации (например, льдом). Это могут быть искусственные водоемы, где нет резких подъемов и понижений уровня находящейся в них воды, например, декоративные пруды.

1.3.3. Однослойный экран обычно включает:

⇒ подстилающий слой грунта, отвечающий требованиям пп. 2.2 настоящих Рекомендаций;

⇒ противofильтрационный элемент, представляющий собой соединенное из рулонных изделий полимерное полотно;

⇒ защитный слой из грунта толщиной не менее 0,3 м, отвечающий требованиям пп. 2.2 и 5.7.2 настоящих Рекомендаций.

1.3.4. Двухслойный экран состоит из двух слоев полимерных материалов, разделенных дренажным слоем. Двухслойный экран применяется в наиболее ответственных случаях, для исключения опасности попадания в грунтовые воды токсичных веществ. При этом токсичные вещества, профильтровавшиеся через верхний противofильтрационный элемент, в случае наличия в нем дефектов, удаляются через дренажный слой.

6.2. Каждую землеройную машину необходимо оборудовать звуковой сигнализацией. Значение сигналов должно быть разъяснено всем рабочим, связанных с машиной.

6.3. Перед пуском машины необходимо убедиться в их исправности, наличии на них защитных приспособлений, а также принять меры, чтобы на рабочих участках не было посторонних лиц.

6.4. Подача автомобилей-самосвалов задним ходом в зоне, где выполняются какие-либо работы, производится водителем только по команде лиц, участвующих в этих работах.

6.5. К сварочным работам допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие инструктаж и сдавшие экзамен по технике безопасности.

6.6. При термосварке полимерного полотна возможны выделения в воздух летучих продуктов термоокислительной деструкции. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных паров газов в воздухе рабочей зоны производственных неветилируемых помещений должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.005-76 и не должны превышать СН.

6.7. Предельно допустимая концентрация пыли в воздухе производственных помещений не более 6 мг/м³.

6.8. При выполнении изоляционных работ с применением огнеопасных материалов, а также материалов, выделяющих вредные вещества, необходимо обеспечить защиту работающего персонала от воздействия вредных веществ, а также от термических и химических ожогов.

6.9. Рабочие должны быть обеспечены средствами защиты:

⇒ комбинезоны из плотной ткани;

⇒ резиновыми сапогами (ботинками на резиновой подошве);

⇒ резиновыми перчатками, рукавицами;

⇒ защитными очками;

⇒ хлопчатобумажными шлемами;

⇒ респираторами, марлевыми повязками для защиты кожи лица.

6.10. Вблизи мест производства работ должны находиться чистая вода и нейтрализующий раствор (1% раствор уксусной кислоты).

6.11. Временная переносная электропроводка должна иметь напряжение 36 В.

подачи избыточного давления воздуха в проверочный канал (не ранее, чем через 1 час после сварки) в следующей последовательности:

⇒ к одному из концов шва подсоединяется штуцер с манометром для подачи воздуха;

⇒ подается воздух и проверяется «проходимость» воздуха по всей длине шва;

⇒ противоположный конец шва зажимается, подается сжатый воздух под требуемым давлением в течение одной минуты (рис. 5.6.);

⇒ прекращается подача воздуха и шов выдерживается под этим давлением 10 минут.

Шов считается герметичным, если через 10 минут давление в шве упадет не более, чем на 20%. При открытии противоположного конца шва воздух должен выйти из шва с хлопком.

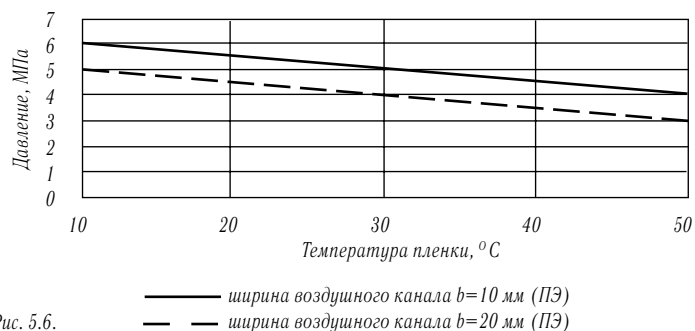


Рис. 5.6.

6. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ.

При производстве земляных работ по устройству подстилающего и защитного слоя механизированным способом необходимо соблюдать правила техники безопасности согласно СНИП III-4-80 «Техника безопасности в строительстве». Особое внимание следует обратить на выполнение следующих требований:

6.1. К управлению самоходными механизмами допускаются лица, прошедшие специальную подготовку и имеющие квалификацию машиниста, знающие правила техники безопасности и прошедшие медицинское освидетельствование.

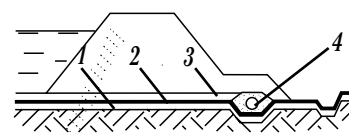
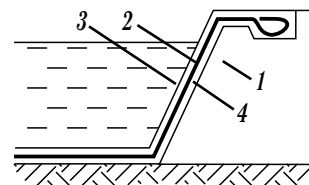


Рис. 1.3.1.

1 - подстилающий слой;
2 - полимерный противодиффузионный элемент;
3 - защитный слой; 4 - дренаж.

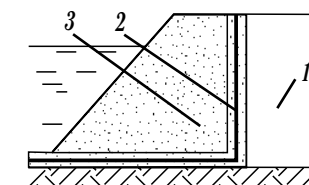
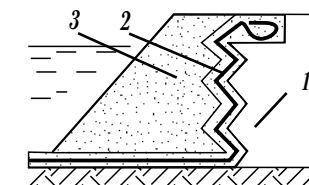
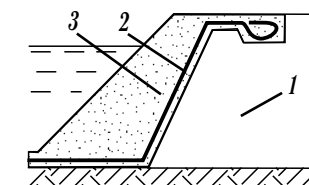


Рис. 1.3.2.

1 - подстилающий слой; 2 - полимерный противодиффузионный элемент; 3 - защитный слой.

1.3.5. Дренажный слой между полимерными противодиффузионными элементами может быть выполнен как из грунтовых, так и других материалов, отвечающих требованиям пп. 2.3.2.1 настоящих Рекомендаций.

1.3.6. Комбинированный экран состоит из полимерного противодиффузионного элемента, глинистого экрана, подстилающего и защитного слоев.

1.3.7. Толщина глинистого грунта (суглинка, глины) в комбинированном противодиффузионном экране должна быть в уплотненном состоянии не менее 0,5 м и определяется при проектировании по критическим градиентам напора для грунта данного слоя (СНИП 2.06.05-84 «Плотины из грунтовых материалов»). Его плотность в конструкции в сухом состоянии должна быть не менее 1,6 г/см³.

1.3.8. В комбинированном устройстве в качестве дополнительного противодиффузионного элемента возможно применение матов, заполненных бентонитом. Коэффициент фильтрации такого элемента определяется расчетом в

зависимости от обжата бентонита в конструкции согласно п.4.11.2. Использование бентонитовых изделий для экранов бассейнов сточных вод и т.п. сооружений, где возможна химическая агрессия, должно производиться в соответствии с областью применения, указанной изготовителем.

1.3.9. При опасности механических воздействий на защитный слой грунта (волновых, ледовых и других) поверх него выполняется дополнительная защита из каменной наброски, железобетона, асфальтобетона и т.п. в соответствии с требованиями СНиП по проектированию плотин из грунтовых материалов. Крепление должно устраиваться на всей площади откоса, подвергающейся неблагоприятному воздействию с учетом возможного изменения уровня воды в процессе эксплуатации.

1.3.10. Полимерные противофильтрационные диафрагмы и завесы представляют собой вертикальные или крутонаклонные стены, выполненные из полимерных полотнищ, проходящих от гребня плотины (дамбы) или поверхности грунта в случае завесы до водоупорного слоя или противофильтрационного экрана на дне. Прилегающие к диафрагме слои грунта должны отвечать требованиям пп 2.2 настоящих Рекомендаций. Диафрагмы могут быть более экономичными при наличии водоупорного грунтового слоя при возможности получения более обжатого профиля плотины (дамбы).

1.3.11. Для предотвращения контактной фильтрации между полимерным элементом и примыкающими бетонными, металлическими конструкциями или грунтовым (скальным) основанием необходимо принимать меры, обеспечивающие надежное водонепроницаемое сопряжение.

1.3.12. Варианты оформления полимерного противофильтрационного элемента на гребне ограждающей дамбы или плотины показаны на рис. 1.3.5., сопряжений с бетонными сооружениями на рис. 1.3.6., сопряжений элемента с трубами на рис. 1.3.7., сопряжений диафрагмы с основанием на рис. 1.3.8.

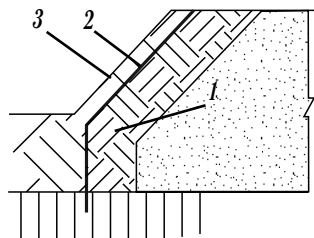


Рис. 1.2.3.

1 - подстилающий слой; 2 - полимерный противофильтрационный элемент; 3 - защитный слой.

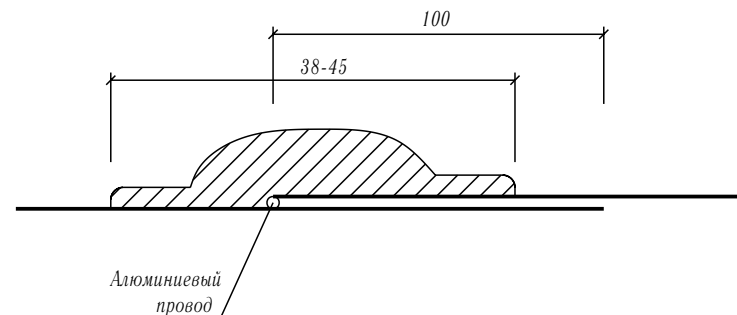


Рис. 5.5.

⇒ Поверхность листа должна быть обработана абразивным инструментом минимум на 10 мм от края шва не ранее чем за 0,5 часа до начала сварки. Концы всех соединений, выполненных более 5 мин. назад, перед началом новых сварочных работ должны быть отшлифованы. Глубина шлифовки не должна превышать 10% от толщины листа

5.7.5.11. Сварка перекрещивающихся швов выполняется в самое холодное время суток, чтобы минимизировать термическое расширение полимерных материалов. Перед началом сварки обеспечивают перекрытие полотнищ 100-250 мм., выполняют механическую зачистку существующих швов. Сварка производится в соответствии пп. 5.7.5.8, 5.7.5.10.

5.7.6. Контроль качества швов.

5.7.6.1 Структура шва:

⇒ ровность шва;
 ⇒ сварные наплывы должны быть минимальны и не превышать толщину материала;
 ⇒ царапины и надрезы не должны превышать 10% толщины материала.

5.7.6.2. Прочность шва.

⇒ Для испытания шва на прочность используются образцы шва шириной 20 - 50 мм. Длина образца должна быть достаточной для проведения испытаний.

⇒ Шов считается прочным, если вытягивание одного из соединенных материалов идет не по шву, и соединенные материалы не расходятся.

5.7.6.3. Проверка герметичности шва производится путем

⇒ Рулоны полимерных материалов укладывают внахлест с перекрытием краев кромок на 10-15 см., без морщин и складок.

⇒ Очищают область шва от влаги, пыли, грязи, любого рода мусора.

⇒ Сварочный аппарат с заданными режимами сварки устанавливают в начало шва и включают его.. Перемещаясь вдоль кромок уложенных полотнищ выполняется сварка.

⇒ Рекомендуемые режимы сварки полимерных материалов представлены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

	Полиэтилен высокой плотности		Полипропилен	
	Сварка нагретым клином	Сварка горячим воздухом	Сварка нагретым клином	Сварка горячим воздухом
Температура нагревателя, °С	280 - 400	350 - 450	400 - 450	450-550
Сварочное давление, Н.	20	20	3-5	10
Скорость сварки м/мин.	0,5 - 2,5	0,5 - 2,5	1,5 - 2,5	1,0 - 3,0

5.7.5.9 При экструзионной сварке происходит подача (под давлением) расплавленного полимера в зону сварки. Свариваемые поверхности переходят в вязкотекучее состояние, и за счет давления расплава происходит сварка. В качестве присадочного материала используется полимерный пруток. Для улучшения гомогенизации расплава производят предварительный разогрев свариваемых поверхностей. Размеры и геометрия шва показаны на рис 5.5.

5.7.5.10. При выполнении экструзионной сварки необходимо соблюдать следующую последовательность операций:

⇒ Полимерные полотнища укладывают внахлест с перекрытием краев кромок на 10-15 см., без морщин и складок.

⇒ Перед началом сварки сварочный аппарат должен быть освобожден от расплава.

⇒ Очищают область шва от влаги, пыли, грязи и мусора.

⇒ Осуществляют временную прихватку полотнищ аппаратом горячего воздуха.

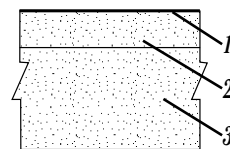


Рис. 1.3.1.

1 - полимерный противо-фильтрационный элемент;
2 - защитный слой грунта;
3 - подстилающий слой;
3 - грунтовое основание.

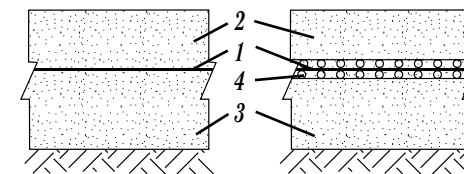


Рис. 1.3.2.

1 - полимерный противофильтрационный элемент;
2 - защитный слой грунта; 3 - подстилающий слой грунта;
4 - защитные прокладки из геотекстиля.

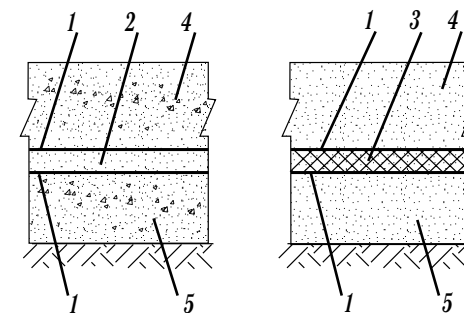


Рис. 1.3.3.

1 - полимерный противо-фильтрационный элемент;
2 - дренажный слой из естественных материалов; 3 - геок-композитный дренажный материал; 4 - защитный слой грунта; 5 - подстилающий слой грунта.

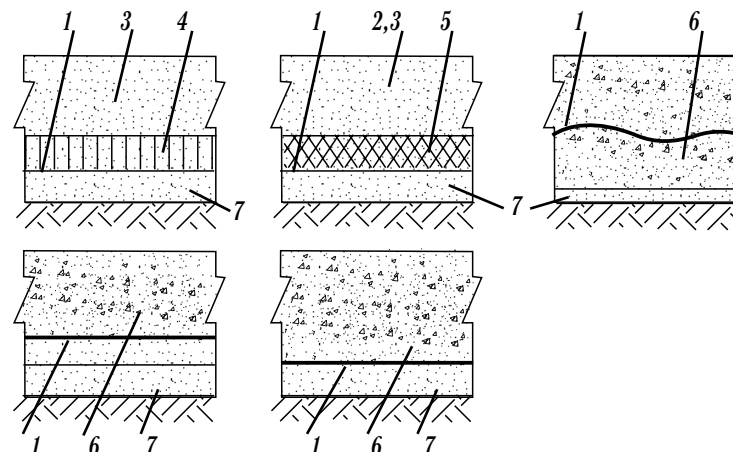


Рис. 1.3.4.

1 - полимерный противофильтрационный элемент; 2 - пригрузка; 3 - защитный слой грунта;
4 - минеральный экран; 5 - бентонитовый мат; 6 - бетон; 7 - подстилающий слой грунта.

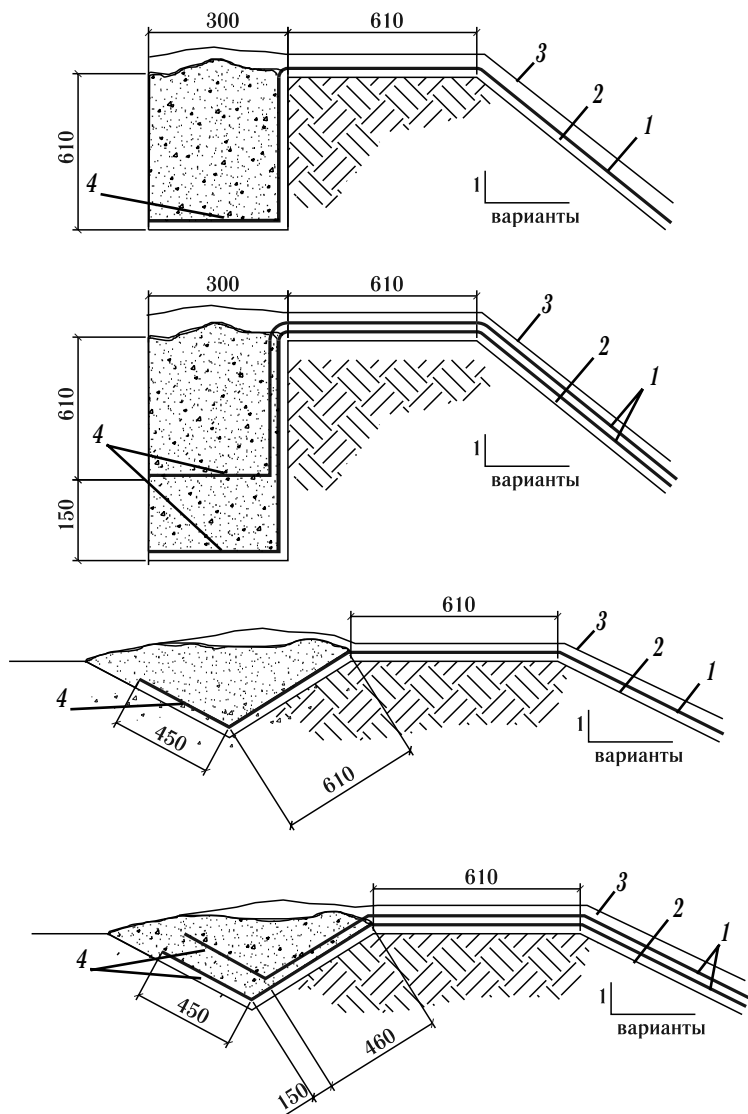


Рис. 1.3.5.
1 - полимерный противофильтрационный элемент; 2 - подстилающий слой грунта; 3 - защитный слой грунта; 4 - компенсатор.

полотнища следует производить контактной или экструзионной сваркой с образованием нахлесточного или Т-образного шва. Сварка листов встык не допускается. Технические характеристики сварочных аппаратов приведены в приложении 5.

5.7.5.5. Прочность сварного шва не должна быть ниже 80 % прочности основного материала.

5.7.5.6. При контактной сварке следует выполнять двойной шов с каналом для испытания герметичности шва (рис 5.3.).

5.7.5.7. При контактной сварке рабочий процесс осуществляется нагретым клином, установленным на самоходном узле (рис. 5.4.). Клин нагревает полотнища в месте их контакта выше точки плавления полимера. Прижимные ролики создают требуемое сварочное давление. В результате происходит процесс диффузии молекул полимера в зоне контакта и формируется сварной шов. Температура сварки поддерживается автоматически

5.7.5.8. Процесс контактной сварки полимерных рулонных материалов состоит из следующих операций:

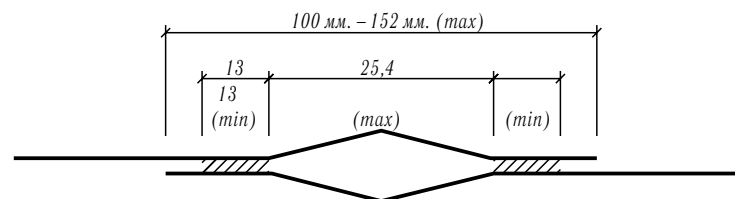


Рис. 5.3.

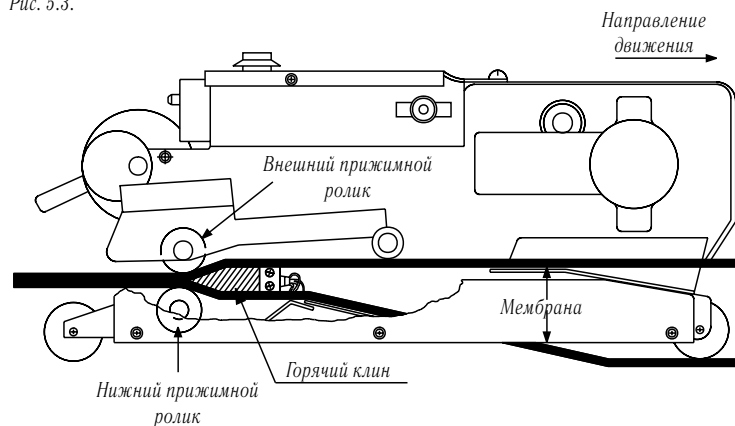


Рис. 5.4.

5.7.4.4. Метод и оборудование, используемое для укладки полимерных рулонных материалов не должны повреждать полотнище и поверхность основания. Запрещается хождение рабочих по поверхности полимерных материалов в обуви, которая может ее повредить.

5.7.4.5. Для исключения воздействия ветра и образования парусности необходима временная пригрузка полотнищ полимерных материалов мешками с грунтом или автомобильными покрышками.

5.7.4.6. Рулонные полимерные материалы укладываются свободно, без натяжения, с перекрытием 100-150 мм.

5.7.4.7. Запрещается движение транспорта по уложенному полимерному материалу. Поверхность полимерных материалов не должна использоваться как рабочая площадка.

5.7.5. Сварка полимерных рулонных материалов

5.7.5.1. Сварочные работы следует проводить при температуре воздуха от -5 до $+40$ °С.

5.7.5.2. Для проверки работы сварочного оборудования и выбор оптимального технологического режима сварки с учетом реальных погодных условий проводятся опытная сварка образцов материала. Образцы должны быть не менее 1,0 м в длину, и 0,5 м в ширину. Из опытных образцов вырезаются три испытательные полосы шириной 25 мм. Шов считается прочным, если вытягивание одного из свариваемых материалов происходит не по шву и шов не расслаивается. Данные об испытании швов заносятся в журнал производства сварочных работ.

5.7.5.3. Сварные швы должны быть ориентированы параллельно склону, т.е. ориентированы вдоль, а не поперек склона. Горизонтальные швы на днище секции должны располагаться не менее 0,5 м от подошвы склона. Информация о швах заносится в журнал производства сварочных работ (приложение 4), и включает:

- ⇒ номер шва;
- ⇒ способ сварки;
- ⇒ режим сварки;
- ⇒ погодные условия;
- ⇒ результаты испытания швов.

5.7.5.4. Соединение рулонов полимерных материалов в

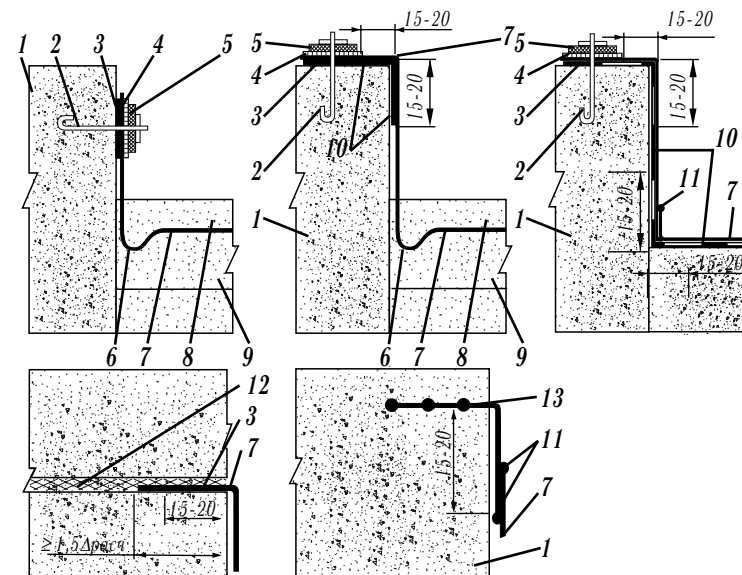


Рис. 1.3.6.

1 - бетон (железобетон) сооружения; 2 - анкерный болт; 3 - сплошной выравнивающий слой битума толщиной 2-3 мм или горячей асфальтовой мастики; 4 - резиновая прокладка; 5 - антисептированный деревянный брус; 6 - петля-компенсатор; 7 - полимерный рулонный материал; 8 - защитный слой грунта; 9 - подстилающий слой грунта; 10 - сплошная приклейка полимерного рулонного материала на битуме; 11 - сварка; 12 - цементный раствор; 13 - накладной пластмассовый элемент.

2. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ

2.1. Полимерные материалы

2.1.1. В качестве полимерных противофильтрационных элементов применяются полотнища из рулонных материалов:

- ⇒ ПЭВП – на основе полиэтилена высокой плотности;
- ⇒ ПЭНП – на основе полиэтилена низкой плотности;
- ⇒ ПП – на основе полипропилена.

В их состав обязательно входят антиокислитель и стабилизаторы.

2.1.2. Рулонные материалы должны соответствовать нормативным документам, утвержденным в установленном порядке и иметь сертификаты фирм-изготовителей.

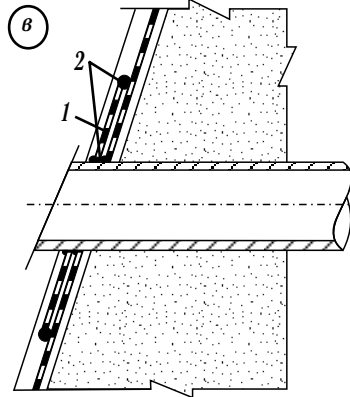
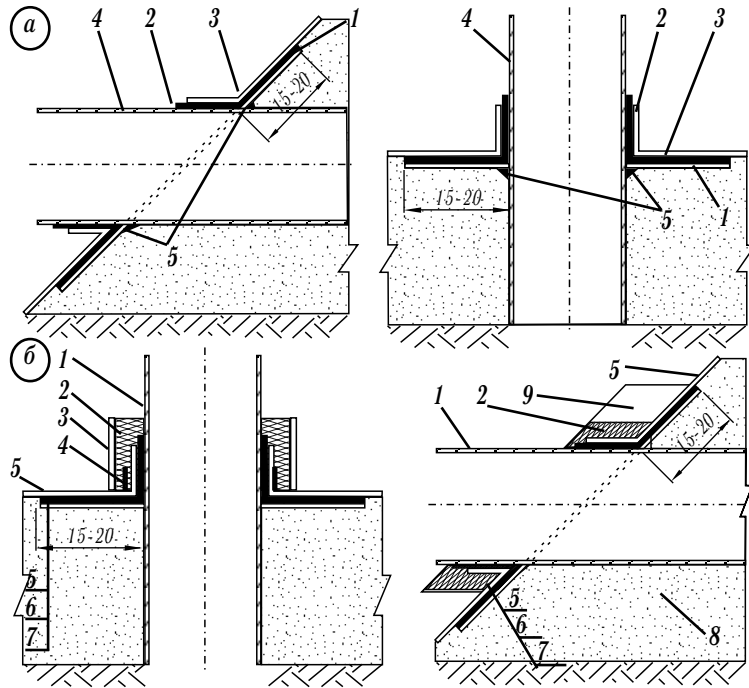


Рис. 1.3.5.

а - с металлическими: 1 - металлический фланец; 2 - сплошной 2-3 мм слой горячего высоковязкого битума; 3 - полимерный материал; 4 - металлическая труба; 5 - сплошной сварной шов;
б - с железобетонными: 1 - труба железобетонная; 2 - заливка теплой резино-битумной мастикой; 3 - стакан из оцинкованного кровельного железа; 4 - хомут из полосовой стали; 5 - толстый полимерный рулонный материал; 6 - сплошной 2-3 мм слой высоковязкого горячего битума; 7 - фланец из кровельного железа; 8 - тщательно уплотненный вручную грунт подстилающего слоя; 9 - короб из оцинкованного кровельного железа;
в - с полиэтиленовыми: 1 - фартук цспления; 2 - сварной шов.

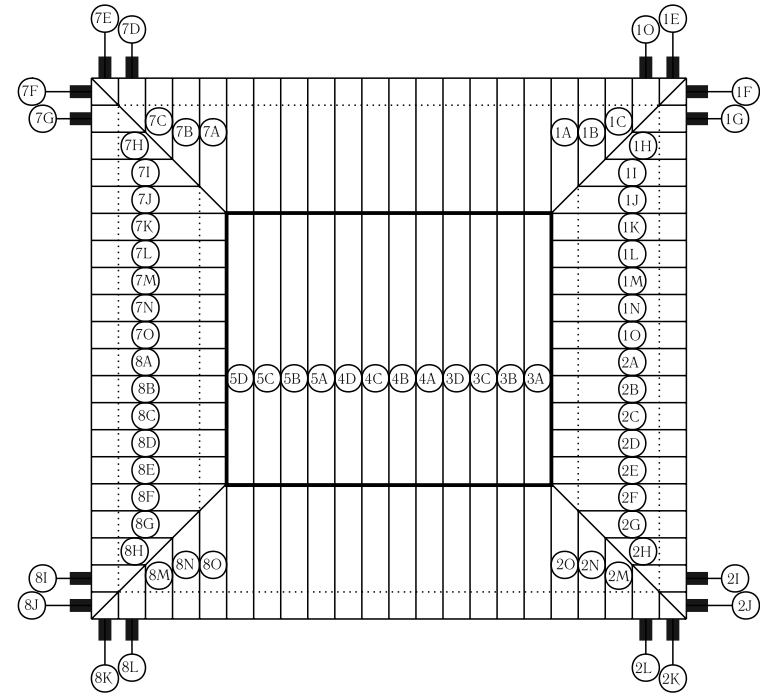


Рис. 5.2.

5.7.4. Укладка полимерных рулонных материалов

5.7.4.1. Укладка полимерных рулонных материалов производится в соответствии с групповой планировкой (рис.5.2.), на которой указаны конфигурации и размеры полотнищ, их расположение на дне и откосах, ориентация полевых швов. Каждое полотнище имеет идентификационный номер, который соответствует номеру полотнища на групповой планировке.

5.7.4.2. Укладка полимерных полотнищ не должна производиться во время сильных осадков, в области со стоячей водой, или во время сильных ветров.

5.7.4.3. Информация об укладке полимерных полотнищ заносится в журнал производства сварочных работ (Приложение 4) и включает:

- | | |
|----------|----------------------|
| ⇒ дату, | ⇒ номер полотнища, |
| ⇒ время, | ⇒ размеры полотнища. |

производятся строительными механизмами. Допускается заезд полностью загруженных автосамосвалов и бульдозеров на защитный слой толщиной не менее 0,5 м. При надвигке грунта защитного слоя пионерным способом и его разравнивании между гусеницами бульдозера и полотнищем должен быть слой грунта толщиной не менее 0,3 м.

5.7.3.3. Движение бульдозера при отсыпке и разравнивании защитного слоя грунта должно производиться вдоль соединительных швов.

5.7.3.4. При устройстве защитного слоя на откосе работа бульдозеров по откосу допускается только снизу вверх при условии, что крутизна откоса соответствует паспортным данным бульдозера, а толщина защитного слоя равна не менее 0,5 м.

5.7.3.5. Схему движения землеройных механизмов на карте экранирования по защитному слою следует назначать так, чтобы поворот бульдозера не превышал 15° . Разворот бульдозера на одной гусенице запрещается.

5.7.3.6. Временные дороги на карте экранирования не должны образовывать промежуточные валы при использовании имеющихся механизмов (бульдозеров, грейдеров и т.д.).

5.7.3.7. Устройство защитного слоя не должно отставать от работ по укладке и сварке полимерных полотнищ более чем на 72 ч.

5.7.3.8. Траншея для крепления полимерных рулонных материалов на гребне дамбы должна быть проложена в соответствии с размерами, указанным в проекте. Углы траншеи должны быть закруглены. Окончательное крепление пленочного противодиффузионного устройства на гребне дамбы следует производить после окончания укладки защитного слоя на откосе.

5.7.3.9. Контроль качества защитного слоя должен заключаться в проверке его соответствия пп. 2 настоящих Рекомендаций и в замерах его толщины. На площади 100 м² должно производиться не менее пяти замеров толщины слоя.

5.7.3.10. При несоблюдении требований пп. 5.7.3.1 - 5.7.3.9 настоящих Рекомендаций должны быть произведены снятие защитного слоя грунта, проверка целостности противодиффузионного элемента и в случае необходимости – устранение дефектов.

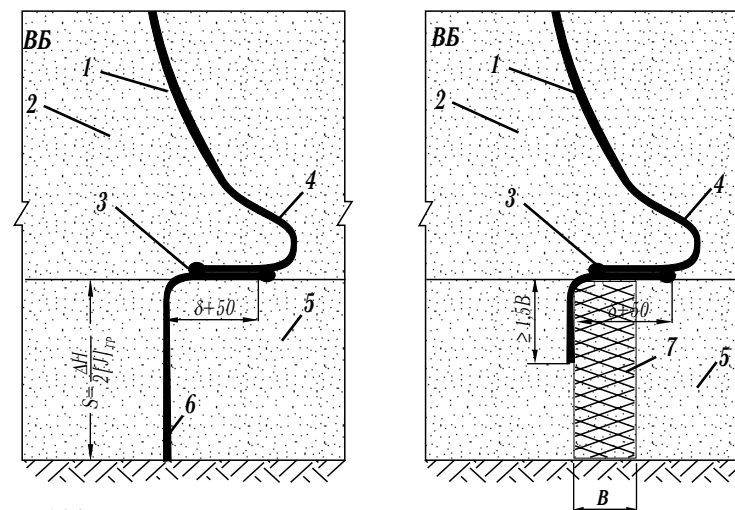


Рис. 1.3.8.

1 - диафрагма из полимерного материала; 2 - грунт тела плотины; 3 - сварной шов; 4 - петля-компенсатор; 5 - грунт основания; 6 - завеса из толстого полимерного материала; 7 - противодиффузионная стенка в основании плотины (бетон, глинобетон, литой асфальтобетон и т.д.)
 δ расчетная величина смещения тела плотины по оси диафрагмы по основанию

$J_{гр}$ допустимый (нормативный) градиент напора для грунта основания

ΔH требуемая величина падения напора на завесе

B толщина стенки

2.1.3. Рулонные материалы изготавливаются и поставляются по Техническим условиям «ГЕОМЕМБРАНА» ТУ 5779-002-39504194-97 толщиной 0,75; 1,0; 1,5; 2,0 и 2,5 мм. По физико-механическим показателям рулонные материалы должны соответствовать нормам, указанным в приложении 2.

2.1.4. Рулонные материалы могут выпускаться как с гладкими поверхностями, так и структурированными (искусственно созданными неровностями) с одной или обеих сторон. Такие материалы применяются для повышения трения защитного слоя по полимерному материалу на откосах.

2.1.5. Используемые для противодиффузионного устройства полимерные материалы должны быть стойки к агрессивному воздействию складированных отходов. Возможность использования полимерного материала для противодиффузионного устройства накопителей химически активных

веществ определяется расчетом коэффициентом стойкости K_c и его сравнение с допускаемым $[K_c]$.

Значение K_c численно равно отношению показателя деформации полимерного материала, находящегося под расчетной нагрузкой в соответствующей среде, к показателю деформации материала на воздухе. Продолжительность испытаний – 180 суток при температуре на 10 °С выше расчетной.

$$K_c \geq [K_c] \delta_c = 0,8\delta_c;$$

где δ_c – поправочный коэффициент, принимаемый равным 1,0 – для сооружений 4 класса, 1,1 – для сооружений 3 класса и 1,2 - для сооружений 1 и 2 классов.

2.2. Грунтовые материалы

2.2.1. Используемые для создания подстилающего и защитного слоев грунты не должны содержать неокатанных остроугольных (льда, снега, камней) включений, которые могут вызвать повреждение полимерного элемента. Наибольший допустимый диаметр частиц грунта (d_p) определяется расчетом из условий допускаемого растягивающего напряжения в полимерном материале по п. 4.6.

2.2.2. Грунт подстилающего и защитного слоев должен быть стойким против агрессивного действия складированных отходов. Содержание в грунте солей, растворимых в складированной жидкости, не должно превышать 5 % по массе.

2.2.3. Для противofильтрационного глинистого слоя следует применять глинистые грунты (суглинки, глины), удовлетворяющие требованиям главы СНиП по проектированию плотин из грунтовых материалов к грунтам, используемым для создания противofильтрационных элементов плотин и стойким к агрессивному действию сточной жидкости.

2.3. Прочие материалы

2.3.1. Если используемые для создания подстилающего и защитного слоев грунты не соответствуют требованиям п 2.2.1. настоящих «Рекомендаций», для защиты полимерного материала от механических повреждений необходимо использовать защитные прокладки из геотекстильных материалов.

2.3.2. Для геотекстильных материалов устанавливаются следующие характеристики:

возможность образования скоплений воды на поверхности подстилающего слоя.

5.7.2.4. Подготовленная поверхность подстилающего слоя должна быть гладкой и очищенной от мусора, корней и острых камней, органики, хлама или другого материала, который может повредить полотнище. Основание должно быть уплотнено в соответствии с проектной документацией. Образование трещин, превышающих 120 мм, по ширине или глубине, появление признаков набухания или вспучивания грунта недопустимо. Такие дефекты должны быть устранены.

5.7.2.5. Противofильтрационное устройство из полимерных рулонных материалов допускается укладывать на естественное основание, из грунта, отвечающего требованиям главы СНиП по проектированию плотин из грунтовых материалов и пп. 2 настоящих Рекомендаций, с обязательной планировкой и укаткой его до проектной плотности. На поверхности укатанного основания должны отсутствовать посторонние предметы, которые могут повредить полотнище.

5.7.2.6. Готовность поверхности сооружения для укладки полимерных материалов подтверждается письменным актом, подписанным Заказчиком и представителями, подрядных организаций, выполняющих устройство подстилающего слоя и укладку противofильтрационного элемента. Акт о приемке основания составляется на часть поверхности основания, на которую будут уложены полотнища в течение двух рабочих смен.

5.7.2.7. Контроль качества подстилающего слоя должен заключаться в тщательном осмотре поверхности с целью проверки ее соответствия требованиям пп. 2 и 5.7.2.1 настоящих Рекомендаций и проведении контрольных замеров толщины слоя. На площади 100 м² должно производиться не менее двух замеров толщины слоя.

5.7.2.8. Проезд механизмов и автотранспорта по подготовленному подстилающему слою запрещается.

5.7.3. Устройство защитного слоя.

5.7.3.1. Вид грунта и толщина защитного слоя устанавливается проектом согласно пп. 2 настоящих Рекомендаций.

5.7.3.2. Отсыпка и разравнивание защитного слоя

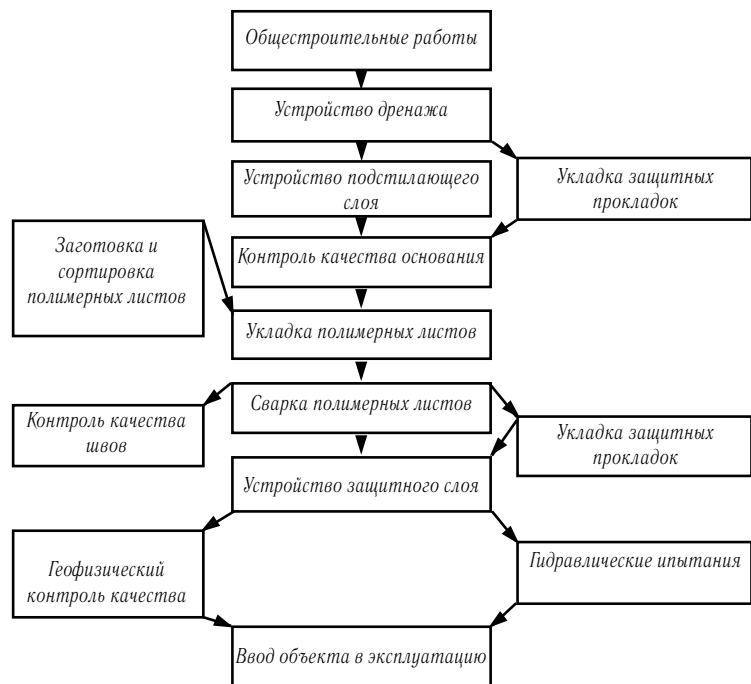


Рис. 5.1.

5.7. Производство земляных работ

5.7.1. Земляные работы при строительстве противофильтрационных устройств из полимерных рулонных материалов должны выполняться в соответствии с требованиями главы СНиП по производству и приемке работ по возведению земляных сооружений и сооружений гидротехнических, транспортных, энергетических и мелиоративных систем.

5.7.2. Устройство подстилающего слоя

5.7.2.1. Подстилающим слоем должен быть слой грунта толщиной от 0,1 до 0,3 м. Грунт подстилающего слоя должен отвечать требованиям пп. 2 настоящих Рекомендаций. Толщину подстилающего слоя следует соблюдать с точностью до +5 см.

5.7.2.2. Устройство подстилающего слоя должно опережать работы по укладке и сварке рулонов полимерного полотна не более чем на объем работ двух смен.

5.7.2.3. Следует предусматривать меры, исключаящие

⇒ стойкость к агрессивному воздействию складываемых отходов;

⇒ коэффициент трения грунтов подстилающего и защитного слоев по геотекстильному материалу;

⇒ коэффициент эффективности защитной прокладки.

2.3.2.1. Для устройства дренажного слоя можно использовать георешетки и геосетки, а также геокомпозитные дренажные материалы, состоящие из геотекстиля термоскрепленного с полимерной сеткой с одной или обеих сторон. Толщина фильтрующей прослойки из искусственных материалов задается из условия требуемой фильтрующей способности, но не менее 0,8-1,0 мм в обжатом состоянии.

2.3.2.2. В качестве уплотняющих прокладок в сопряжениях полимерных материалов с бетонными конструкциями рекомендуется использовать мягкую резину, полиуретан, эластичный пенопласт. Для герметизации узла сопряжения следует производить заливку или обмазку выполненного узла битумной мастикой. Необходимо предусматривать защиту металлических деталей сопряжения от коррозии с учетом агрессивности складываемых жидкостей.

3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ (расчетные характеристики)

3.1. Полимерное противофильтрационное устройство проектируется на основании:

а) условий эксплуатации объекта: величина гидравлического напора, состав и свойства складываемых твердых и жидких отходов (для свалок и хвостохранилищ) и т.п.;

б) данных, полученных при проведении инженерно-геологических, гидрогеологических, топографических изысканий;

в) учета местных условий и, в частности, производственных возможностей строительной организации, парка имеющихся строительных машин, климатических условий района строительства;

г) опыта проектирования полимерных противофильтрационных устройств в аналогичных условиях;

д) результатов технико-экономического сравнения возможных вариантов и конструкций противofильтрационного устройства.

3.2. Топографические, инженерно-геологические, гидрогеологические изыскания должны проводиться в соответствии с требованиями главы СНиП по инженерным изысканиям, государственных стандартов и других действующих нормативных документов.

3.3. Данные, характеризующие состав и свойства твердых и жидких отходов, складываемых в накопителе, получают: на действующем предприятии – по результатам анализов отходов, на проектируемом предприятии – по результатам, полученным на аналогичных предприятиях или по заданной технологии.

3.4. Характеристику климатических условий района составляют на основании главы СНиП по строительной климатологии и геофизике и Справочника по климату страны.

3.5. В результате проведения инженерно-геологических, гидрогеологических и топографических изысканий должны быть получены следующие данные:

а) инженерно-геологическое строение и литологический состав толщи грунтов;

б) наличие проявлений неблагоприятных явлений: карста, пучения, оползней, просадок, промоин;

в) гидрогеологические условия площадки, уровень грунтовых вод и амплитуды их колебаний; наличие гидравлических связей между горизонтами грунтовых вод; наличие гидравлических связей грунтовых вод и открытых водоемов; состав грунтовых вод;

г) описание напластования грунтов сжимаемой толщи основания и их физико-механические и химические свойства;

д) прогноз изменений инженерно-геологических и гидрогеологических условий в результате строительства и при эксплуатации объекта.

3.6. Технико-экономическое сравнение возможных вариантов конструкций устройства проводится с целью выбора наиболее надежного и экономичного проектного решения, обеспечивающего предотвращение фильтрации.

3.7. Не допускается проектирование противofильтрационного устройства из полимерных материалов при отсутствии (или недостаточности) данных инженерно-геологических, гидрогеологических и топографических изысканий.

5. ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ

5.1. Проект производства работ по созданию противofильтрационных устройств из полимерных рулонных материалов разрабатывается в соответствии с СН 202-81.

5.2. В проекте организации и производства работ дополнительно к вопросам, рассматриваемым в СН 202-81, должны быть отражены следующие вопросы:

⇒ способы доставки рулонов полимерных материалов на объект;

⇒ укладка полимерных материалов с учетом конкретных условий строительства;

⇒ методы и оборудование для сварки рулонов полимерных материалов;

⇒ организация контроля качества работ;

⇒ обоснование выбора и перечень комплекса общестроительных и специальных машин и механизмов для строительства полимерного противofильтрационного элемента;

⇒ необходимость и способы проведения контроля качества полимерного противofильтрационного устройства;

⇒ специальные указания по технике безопасности и охране окружающей среды.

5.3. Проект организации и производства работ должен содержать необходимые технологические схемы, технологические карты на сварку полотнищ, устройство подстилающего и защитного слоев, инструкцию по контролю качества, разработанных с учетом специфики сооружения и местных условий.

5.4. Последовательность выполнения операций технологического процесса по устройству противofильтрационного экрана из полимерных рулонных материалов представлена на рис. 5.1.

5.5. Строительство противofильтрационного устройства из полимерных полотнищ, как правило, следует выполнять при положительной температуре воздуха. При отрицательной температуре следует обеспечивать необходимое качество грунтов подстилающего и защитного слоев.

5.6. Все работы по созданию пленочного противofильтрационного устройства должны оформляться актами освидетельствования скрытых работ.

$$K_{\phi} = \frac{(1,5...4,4) \cdot 10^{-5} \cdot 2,47 \cdot 10^{-3}}{q}, \text{ см/с}, \quad (4.9)$$

где q – усилие обжатия бентонитового мата в конструкции противofильтрационного устройства в кПа.

Формула (4.9) действительна для q не более 100 кПа. При больших значениях следует считать $q = 100$ кПа и $K_{\phi} = 2,47(1,5...4,4) \cdot 10^{-10}$ см/с.

4.12. Расчет устойчивости откосов

4.12.1. Расчет устойчивости грунтового откоса, имеющего полимерное противofильтрационное устройство, выполняется согласно требованиям главы СНИП по проектированию плотин из грунтовых материалов и дополнительно проверяется для случая сдвига защитного слоя по полимерному элементу.

4.12.2. Устойчивость на сдвиг по полимерному элементу грунтового слоя толщиной не более 5 м можно считать обеспеченной, если:

$$\frac{f}{tg\phi} \geq (K_z)_{доп}, \quad (4.10)$$

где ϕ – угол наклона полимерного элемента к горизонту;

f – коэффициент трения материала защитного слоя по полиэтилену.

$(K_z)_{доп}$ – допустимый коэффициент запаса устойчивости грунта защитного слоя, назначаемый согласно п. 5.11 СНИП 2.06.05-84 «Плотины из грунтовых материалов».

При наличии в конструкции экрана прослойки бентонита за f принимается тангенс угла его внутреннего трения (заполнителя в бентомате или панели) в водонасыщенном состоянии.

4.12.3. В тех случаях, когда коэффициент трения по гладкому полиэтилену недостаточен, необходимо применение структурированного рулонного материала – полотнища с искусственными выступами на поверхности.

4.12.4. При использовании защитного слоя из бетона он считается как плита, свободно лежащая на грунтовом основании. При этом наличием полиэтиленового полотнища можно пренебречь. Кроме того проводится проверка устойчивости бетонной смеси в процессе ее укладки при выбранной технологии и укладочном оборудовании.

3.8. Основными исходными данными для проектирования противofильтрационных устройств являются назначение и характеристики сооружения (объекта проектирования), которые определяют виды и характер нагрузок на проектируемую конструкцию, напор, волновые и ледовые нагрузки, скорость движения воды, максимальная температура в период эксплуатации, характеристики применяемых и складываемых материалов. К последним относятся: химический состав, плотность и температура.

3.9. Расчетные характеристики складываемых материалов (стоков, отходов и т.п.) определяются: на действующих предприятиях – по результатам анализов, для проектируемых – по данным, полученным на аналогичных предприятиях или по заданной технологии.

3.10. Для полимерного материала устанавливаются следующие расчетные характеристики:

⇒ плотность ρ , г/см³;

⇒ допускаемое напряжение при растяжении σ_p , МПа;

⇒ модуль упругости, E , МПа.

3.11. Величина допускаемого напряжения при растяжении определяется расчетной долговечностью, которая зависит от многих факторов: наличия защитного слоя, температуры эксплуатации, толщины полимерного полотнища и других. С достаточно большим запасом для полиэтилена можно принять $\sigma_p = 1,2$ МПа для постоянных сооружений.

Для временных сооружений σ_p для полиэтилена может быть рассчитана по формуле:

$$\ln \tau = 7,4 - 2,1\sigma_p \quad (3.1)$$

где τ – расчетный срок службы в годах.

3.12. При работе противofильтрационного устройства в среде с температурой выше +20 °С необходимо вводить поправочный температурный коэффициент K_t :

$$\sigma_p = K_t \sigma_{p(20)} \quad (3.2)$$

где $\sigma_{p(20)}$ – допускаемое напряжение при +20 °С, т.е. 1,2 МПа или рассчитанное по формуле (3.1).

$$K_t = 0,71 \exp \frac{98,46}{t + 273} \quad (3.3)$$

где t – температура полимерного элемента в °С. Приведенные зависимости справедливы для полиэтилена. При использовании

других полимерных материалов требуется специальное обследование.

3.13. Температура полимерного элемента, постоянно находящегося под водой t_1 , принимается равной средней многолетней температуре воды на данной глубине. Температура элемента, находящегося в зоне переменного горизонта t_2 и температура элемента, находящегося выше горизонта воды t_3 , принимаются равными максимальным температурам в грунте на глубине залегания элемента. Температуры t_1 , t_2 и t_3 принимаются по материалам инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий.

3.14. Особо следует рассматривать случай местного нагрева элемента, например, при прохождении сквозь экран металлической трубы для отвода стоков с повышенной температурой. В этом случае в качестве расчетной должна приниматься температура на границе полимерного материала и источника нагрева.

3.15. Величина расчетного модуля упругости для полиэтилена определяется по формуле:

$$E = 0,2615 K_E \cdot E_n \exp \frac{1857}{t + 273} \quad (3.4),$$

где E_n – паспортное значение модуля упругости (определяемое при +20 °С);

K_E – поправочный коэффициент, определяемый по таблице 3.1.

Таблица 3.1

Класс сооружения	K_E
I, II	0,85
III	0,90
IV	1,0
Вне класса	1,0

3.16. Для грунтов, используемых в подстилающем и защитном слоях, должны регламентироваться следующие характеристики:

- ⇒ зерновой состав;
- ⇒ плотность;
- ⇒ коэффициент трения материала подстилающего и защитного слоев по полимерным материалам;
- ⇒ содержание водорастворимых солей;
- ⇒ содержание органических примесей;

Таблица 4.2

Значения α_3 при различных толщинах и размерах максимальной фракции

Фракция, мм толщина, мм	<2	2-5	5-10	10-20	20-30	30-50	50-100
<1	1	0,95	0,75	0,55	0,40	0,30	0,22
1	1	1	0,95	0,75	0,55	0,40	0,30
1,5	1	1	1	0,95	0,75	0,55	0,40
2	1	1	1	1	0,95	0,75	0,55
2,5	1	1	1	1	1	0,85	0,75

материалов. Расчет бетонного защитного покрытия выполняется как плиты, свободно лежащей на грунтовом основании. Наличием полимерного полотнища в этом случае можно пренебречь.

4.11.2. Для комбинированных противofильтрационных устройств с глинистой прослойкой начальный коэффициент фильтрации принимается равным 10^{-6} см/с, его значение после отсыпки поверх нее слоя грунта будет равно (в см/с):

$$K_\phi = \frac{10^{-6}}{\exp(0,1 \beta \ln \frac{\delta_{ep} \rho_{ep}}{\delta_{gl} \rho_{gl}})} \quad (4.7)$$

где δ_{ep} – толщина слоя грунта поверх глины;

δ_{gl} – толщина глиняной прослойки;

ρ_{ep} – средняя плотность грунта в отсыпанном слое;

ρ_{gl} – средняя плотность глины.

$$\beta = \frac{1}{0,18 \Delta_{gl} W_T - 0,048} \quad (4.8)$$

где Δ_{gl} – средняя плотность глины в прослойке;

W_T – влажность глины на границе текучести в долях единицы.

4.11.3. Начальный коэффициент фильтрации бентонита в мате равен $(1,5...4,4) \cdot 10^{-5}$ см/с. Его значение в обжатом состоянии равно:

Диаметр поры:

$$d_{II} = \alpha_3 \frac{d_\phi}{2} \quad (4.2)$$

где α_3 – коэффициент эффективности ($\alpha_3 \leq 1$), зависящий от размера максимальной фракции и толщины полотна (табл. 4.2).

4.8. Расчет элемента как мембраны ведется по формуле:

$$\delta = 0,135 \alpha_3 d_\phi q \sqrt{\frac{E}{\sigma_p}} \quad (4.3)$$

где q – величина гидростатического давления, МПа;
 E – модуль упругости полимерного материала, МПа;
 σ_p – допускаемое напряжение при растяжении полимера, МПа.

4.9. Расчет элемента как безбалочной плиты на дискретном основании ведется по формуле:

$$\delta = \alpha_3 d_\phi \sqrt{\frac{qE}{\sigma_p E^o}} \quad (4.4)$$

где E^o – модуль упругости основания. Для грунта можно принимать $E^o = 350 \text{ МПа}$ (при $E = 50-150 \text{ МПа}$) и

$$\delta = 0,05345 \alpha_3 d_\phi \sqrt{\frac{qE}{K_{одн} \sigma_p}} \quad (4.5)$$

$K_{одн}$ – коэффициент однородности полимерного материала равный отношению предела прочности материала вдоль экструзии к пределу прочности поперек экструзии.

4.10. Расчет элемента как плиты на сплошном основании ведется по формуле:

$$\delta = \frac{32 q d_\phi K_\phi}{E} \quad (4.6.)$$

4.11. Расчет защитного слоя

4.11.1. Защитный грунтовый слой должен иметь толщину не менее 0,5 м. На откосах, где возможно воздействие волновых и ледовых нагрузок, производится расчетная проверка согласно требованиям СНиП по проектированию плотин из грунтовых

⇒ содержание и состав солей, растворимых в складируемой сточной жидкости.

3.17. Для грунтов, предназначенных для устройства противofильтрационного глинистого слоя, в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию плотин из грунтовых материалов должны регламентироваться следующие характеристики:

- ⇒ зерновой состав;
- ⇒ границы пластичности (текучести и раскатывания) и максимальная молекулярная влагоемкость;
- ⇒ плотность;
- ⇒ влажность;
- ⇒ показатели фofильтрационной прочности;
- ⇒ содержание в грунте водорастворимых солей;
- ⇒ количество и степень разложения органических примесей.

3.18. Кроме того, следует определять: количество солей, растворимых в складируемой жидкости; оптимальную влажность грунта; коэффициент фofильтрации грунта, уплотненного до требуемого проектом значения плотности сухого грунта и пределы его изменения в результате фofильтрации сточной жидкости.

3.19. Для бетона в защитном слое регламентируются:

- ⇒ плотность;
- ⇒ класс прочности на сжатие;
- ⇒ марка по морозостойкости;
- ⇒ химическая стойкость при агрессивности содержимого объекта.

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ

4.1. Грунты в основании или подстилающем слое должны быть практически несuffозионными, т.е. при наличии отверстий в полимерном полотнище допускается вынос фofильтрационным потоком частиц в количестве не более 3% по весу.

4.2. Проектирование в подпорных сооружениях последующих грунтовых слоев, сопрягающих связные или несвязные грунтовые защитные (подстилающие) слои с грунтом тела сооружения

следует проводить в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию плотин из грунтовых материалов.

4.3. Применение дробленых и естественных крупнозернистых неокатанной формы грунтовых материалов в подстилающем и защитных слоях не допускается. При выполнении защитных и подстилающих слоев из бетона и железобетона следует принимать меры, исключающие возможность прокола полимерного полотна по краям бетонных или железобетонных плит, или на неровностях бетонной поверхности. С этой целью следует использовать опалубку, обеспечивающую округленность углов и краев бетонных и железобетонных плит, прокладки из полиэтилена, резины и т.п.

4.4. Конструкция крепления верхового откоса в зоне воздействия на него волн, льда, плавающих предметов и т.п. должна исключать повреждение защитного слоя.

4.5. Толщина полимерного противofильтрационного элемента определяется расчетом на прочность при действии растягивающих напряжений от гидростатического напора в период эксплуатации и на неповреждаемость в строительный и эксплуатационный период. Приведенные ниже расчетные формулы справедливы для полиэтилена. При использовании другого вида полимера может потребоваться дополнительное обоснование конструкции.

4.6. Толщину элемента δ , исходя из условия обеспечения сплошности (неповреждаемости) следует определять по формуле:

$$\delta = \frac{16 q d_{\phi} K_{\phi} K_d}{E K_{\pi}} \quad (4.1)$$

где q – нагрузка, принимаемая как большее из двух значений: в строительный или эксплуатационный период;

E – модуль упругости полимера;

d_{ϕ} – минимальный размер максимальной фракции грунта;

K_{ϕ}, K_d, K_{π} – коэффициенты.

Для противofильтрационных экранов величину давления q от механизмов на пневматическом ходу принимают по табл. 4.1 в зависимости от паспортного значения давления воздуха в шинах, механизмов на гусеничном ходу – по паспортным данным. Для диафрагм величину q надо умножать на коэффициент бокового давления грунта защитного слоя.

В эксплуатационный период нагрузка q определяется для экранов как суммарное давление от действия воды (или содержимого материала в бассейне – золы, шламовой пульпы, жидких и твердых отходов и т.п.) и защитного слоя; для диафрагмы – от давления воды и грунта упорных призм.

K_d – динамический коэффициент, принимаемый в зависимости от характера воздействия и типа применяемого механизма при отсыпке грунтового защитного слоя:

для автомобиля – $K_d = 1,1$

бульдозера – $K_d = 2,0$

катков статического действия – $K_d = 1,0$

виброкатков – $K_d = 1,3$

при укладке бетонной смеси – $K_d = 1,1 \dots 1,3$

при укладке железобетонных плит – $K_d = 2,0$

K_{π} – коэффициент эффективности защитных прокладок (при их отсутствии $K_{\pi} = 1$), (приложение 3)

K_{ϕ} – коэффициент формы грунтовых частиц, равный $K_{\phi} = 1$ при хорошей окатанности и $K_{\phi} = 2$ при наличии остроугольных зерен

d_{ϕ} – минимальный размер максимальной фракции грунта.

Таблица 4.1

Давление воздуха в шине, МПа (кгс/см ²)	Давление на грунт, q МПа (кгс/см ²)
0,1 (1,0)	0,25 (2,5)
0,2 (2,0)	0,40 (4,0)
0,3 (3,0)	0,50 (5,0)
0,4 (4,0)	0,57 (5,7)
0,5 (5,0)	0,62 (6,2)
0,6 (6,0)	0,71 (7,1)

4.7. При расчете на прочность от действия гидростатического напора в зависимости от соотношения толщины полотнища δ и диаметра пор грунта d_{π} выбирается следующая схема:

– элемент работает как плита на сплошном основании, если

$\delta > 1/3 d_{\pi}$;

– элемент работает как безбалочная плита на дискретном основании при $1/5 d_{\pi} < \delta \leq 1/3 d_{\pi}$;

– элемент работает как мембрана при $\delta \leq d_{\pi}$.