

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ДРЕНАЖНЫХ ФИЛЬТРОВ

Многолетний опыт строительства и эксплуатации закрытого дренажа показал, что для обеспечения его эффективной и надежной работы во многих грунтах обязательно применение защитных фильтров. Практика осушения переувлажненных земель, а также специальные исследования позволили сформулировать требования, которым должны удовлетворять защитные фильтры горизонтальных дрен [3].

Анализ этих требований показывает, что для различных по составу грунтов требуются различные фильтры. С точки зрения защиты дрен от заиливания, увеличения водо-захватной способности, химической и биологической стойкости, а также охраны окружающей среды наилучшими фильтрами являются правильно подобранные гравийные смеси.

Следует отметить, что процессы механизированной укладки гравийных фильтров в зоне осушения пока не разработаны. Кроме того, применение их предполагает использование высокопроходимых транспортных средств для доставки гравия к трассам дрен и коллекторов, которыми в настоящее время мелиоративные организации не располагают. Эти обстоятельства обуславливают крайне ограниченное применение гравийной смеси в качестве защитных фильтров дрен.

При современных способах строительства дренажа и низком качестве керамических дренажных труб (ГОСТ 8411—74) наиболее подходящими фильтрующими материалами можно считать рулонные стеклохолсты марок ВВ-Т, ВВ-Г, ВВ-К, ВВ-М, ВВ-АМ, фильтры из синтетических волокон (нитрон, полиэтилен и др.), полотно нетканое иглопробивное (ИП), полотно нетканое клеевое мелиоративное (НКЛМ), полотно нетканое мелиоративное (НКМ), полиэтиленовый холст (ПЭхолст). Наибольшее применение в мелиоративном строительстве по-

лучили стеклохолсты. Остальные материалы применяют эпизодически и в незначительных количествах, так как сырье для производства этих фильтров дефицитное, а стоимость их значительно выше стоимости стеклохолстов. В ближайшее десятилетие при годовой потребности мелиоративного строительства в фильтрах в объеме 200 млн. м² наиболее доступными и экономичными останутся стеклохолсты.

В БелНИИМВХе исследования рулонных фильтров (стеклохолстов, стеклотканей, стекловаты) проводятся с 1961 г. За этот период проведен комплекс полевых, лабораторных и теоретических исследований, позволивший выявить достоинства и недостатки этих материалов, их надежность, долговечность, влияние на окружающую среду, возможность механизированной укладки. На основе результатов исследований разработаны методы и способы защиты дрен от заиливания в различных гидрогеологических условиях [3].

Полевые исследования проводились на пяти опытно-производственных участках общей площадью более 1000 га, построенных в различных условиях: на глинах, суглинках, супесях, глубоком торфе, мелкозалежном торфянике, подстилаемом песком. С момента строительства дренажа и до настоящего времени на участках ведутся наблюдения за осушительным действием дренажа и состоянием защитных фильтров. За весь период наблюдений состояние осушенных земель было удовлетворительным. Раскопки дренажа, проведенные в 1977 г., показали, что за период эксплуатации дренаж, защищенный стеклохолстами толщиной 0,5...0,8 мм, не заилился, стеклохолсты сохранили высокие защитные и фильтрационные характеристики (табл. 1).

Приведенные данные позволяют сделать вывод о надежности, долговечности и высоких защитных и фильтрационных свойствах стеклохолстов. Однако прочность их для механизированной укладки недостаточна. Как правило, защита дренажных труб таким фильтрующим материалом производится вручную рабочим-трубоукладчиком, находящимся в бункере экскаватора (тран-

◆ Сапожников Евгений Григорьевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории вертикального дренажа и новых материалов БелНИИМВХа.

Таблица 1
Характеристика стеклохолстов (ВВ-Г), бывших в эксплуатации

Название объекта	Толщина (мм) и начальный коэффициент фильтрации материала (м/сут)	Коэффициент фильтрации после эксплуатации, м/сут
Совхоз «10 лет БССР» (13 лет эксплуатации)	0,48; 500...600	198
То же Колхоз «Калинина» (10 лет эксплуатации)	0,50; 500...600	120
Колхоз «Заря» (3 года эксплуатации)	0,46; 450...550	95
То же Совхоз «Заречье» (7 лет эксплуатации)	0,53; 500...600	173
	0,49; 500...600	95
	0,41; 500...600	110

шее). Условия труда рабочего крайне неблагоприятные: непосредственное соприкосновение со стеклохолстом, большая запыленность воздуха от разработки верхних подсушенных слоев грунта, повышенная влажность. Это, безусловно, сказывается и на качестве защиты. Кроме того, при такой технологии укладки стеклохолста необходимо обязательное его увлажнение, а это снижает прочность защитного материала в 2...4 раза (по сравнению с сухим стеклохолстом). В результате частых обрывов стеклохолстов ВВ-Г, ВВ-Т неизбежны остановки экскаваторов, что снижает их выработку на 7...10 %. В связи с этим научными организациями проводится большая работа по созданию новых рулонных защитных фильтрующих материалов, позволяющих вести механизированную укладку дрен и защитных фильтров.

Один из основных параметров фильтров, от которого зависят защитные, прочностные, технологические и стоимостные показатели, — их толщина. Однако при ее установлении возникают противоречия, обусловленные требованиями к фильтрам. С одной стороны, большая толщина обеспечивает лучшую защитную и водозахватную способность дрен и прочность фильтров, а с другой — значительно увеличивает их стоимость и жесткость, что создает определенные неудобства в работе с ними.

Анализ результатов наших исследований, а также исследователей Прибалтики и Украины позволяет сделать вывод о том, что для надежной защиты дрен от заиливания толщина защитного фильтра должна быть не менее 0,5 мм [1, 2, 4, 5].

В БелНИИМВХе разработаны способы расчета дренажа с различными фильтрующими материалами, учитывающие их фильтрационные характеристики и параметры [3]. Для определения расстояния между дренами при установившейся фильтрации рекомендуется известная зависимость:

$$B = 4 \sqrt{L_{нд}^2 + \frac{H_p T}{q}} - L_{нд}, \quad (1)$$

где $L_{нд}$ — общие фильтрационные сопротивления (по степени вскрытия пласта и характеру вскрытия пласта), м; H_p — расчетный напор, м; q — интенсивность инфильтрационного питания, м/сут; T — расчетная проводимость пласта, м²/сут.

$$T = K_{гр}(m_d + m_o); m_o = 0,5H_p.$$

Для дрена, расположенной на водоупоре, —

$$L_{нд} = 1,46 m_o \lg 4 m_o / \pi D + 0,636 m_o \Phi_i, \\ \text{а выше водоупора —} \\ L_{нд} = 0,73 m_d \lg 2 m_o / \pi D + 1,46 m_o \lg 4 m_o / \\ / \pi D + 0,318 (m_d + 2 m_o) \Phi_i,$$

где Φ_i — фильтрационные сопротивления гонимых дрен, учитывающие параметры защитных фильтров.

При сплошной обертке (обсыпке) дренажной трубы

$$\Phi_i = \left(\frac{k_{гр}}{k_{ф}} - 1 \right) \ln \frac{D + 2\delta}{D} + \\ + \frac{k_{гр}}{\pi k_{ф}} \ln \frac{4S_1}{D} \ln \frac{1}{\sin \frac{\pi}{2} \cdot \frac{\tau_1}{S_1}}, \quad (2)$$

где $K_{гр}$ — коэффициент фильтрации грунта, м/сут; $K_{ф}$ — коэффициент фильтрации фильтра, м/сут; D — диаметр трубы, м; τ_1 — ширина стыкового зазора между трубами, м; S_1 — длина дренажной трубки, м.

В таблице 2 приведены результаты расчетов по приведенным зависимостям для дрена, расположенной на водоупоре $m_d = 0$ и выше водоупора, при следующих данных: $D = 0,072$ м; $b = 1,5$ м; $H_p = 1$ м; $m_{d1} = 0$; $m_{d2} = 10$ м; $q = 0,005$ м/сут.

Анализ расчетных величин, приведенных в табл. 2, показывает, что увеличение толщины защитного фильтра от 0,5 мм до 2 мм практически не влияет на расстояние между дренами. Увеличение слоя фильтрующего материала до 30 мм вызывает лишь незначительное увеличение расстояний меж-

Таблица 2
Результаты расчетов по зависимостям (1)...(2)

Соотношение водопроницаемости грунта и фильтра, $k_{г}/k_{ф}$	Толщина фильтра δ , мм	Фильтрационные сопротивления Φ_i , м	Расстояния между дренами (м) при	
			$k = 0,1$ м/сут, $T = 0,05$ м ² /сут	$k = 1,0$ м/сут, $T = 10,5$ м ² /сут
0,03	0,5	0,15	10	42,58
	1	0,13	10	42,61
	2	0,11	10	42,64
	30	0,62	10,58	45,33
0,1	0,5	0,48	9,76	41,84
	1	0,46	9,76	41,87
	2	0,44	9,76	41,9
	30	0,29	10,4	44,04
При отсутствии фильтра		4,9	7	30,8

ду дренами. Отсутствие защитного фильтра ведет к уменьшению расстояния между дренами в 1,4 раза, значительному увеличению стоимости осушения. С точки зрения водозахватной способности дренажа толщина защитного фильтра может быть принята также в пределах 0,5 мм.

Исследования технологии строительства дренажа показали, что для механизированной укладки прочность полосы фильтра шириной 5 см на разрыв должна быть не менее 10 кг. Для этого необходимо либо увеличить ее толщину, либо армировать стеклохолст в продольном направлении.

Согласно опытным данным, прочность и жесткость армированных стеклохолстов ВВ-К и ВВ-АМ позволяют применять их для механизированной обертки гончарных дрен. Однако стеклохолсты ВВ-К толщиной 0,3...0,4 мм отличаются большой неравномерностью в прочности (имеются участки толщиной 0,15...0,2 мм). В таких местах под действием нагрузки от грунта они прорываются. Стеклохолсты ВВ-АМ средней толщиной 0,7 мм имеют минимальную толщину 0,5 мм, которая обеспечивает необходимую прочность. Следовательно, требованиям механизированной защиты дрен от заиливания отвечают армированные стеклохолсты толщиной не менее 0,7 мм.

Вышеприведенные расчеты и показатели позволили разработать технические требования к параметрам дренажных фильтров из стеклохолста марки ВВ-АМ:

Разрывная нагрузка в сухом состоянии на полосу шириной 5 см, кг	не менее 10
Толщина средняя, мм	$0,7 \pm 1$
Диаметр волокна средний, мк	16
Масса 1 м ² , г	не более 100
Содержание связующего, %	13 ± 2

Применение в качестве фильтрующего материала стеклохолста ВВ-АМ обеспечивает хорошие защитные и фильтрационные свойства ($K_{\phi} > 200$ м/сут), а также возможность полной механизации работ при защите гончарного дренажа диаметром 50 мм. При годовой потребности стеклохолста для защиты дрен от заиливания в 200 млн. м² в зоне осушения производство стеклохолстов ВВ-АМ потребует примерно на 40 млн. руб. меньше капиталовложений по сравнению с производством стеклохолстов ВВ-М. Экономия за счет уменьшения стоимости материала составит около 36 млн. руб. в год.

ЛИТЕРАТУРА

1. Граудиньш А. А. и др. Пластмасы в строительстве дренажа. М.: Колос, 1977.
2. Забочина З. А. Изучение прочности и долговечности пластмассового дренажа и защитных фильтрующих материалов. Мелиорация и водное хозяйство, вып. 39. К.: Урожай, 1977.
3. Мурашко А. И., Сапожников Е. Г. Защита дренажа от заиливания. Минск, Ураджай, 1978.
4. Мясков А. В., Семеринов Е. С. Моделирование притока воды к горизонтальному дренажу при наличии фильтра. Применение математического и физического моделирования в мелиорации. Л.: 1977.
5. Скрыпник О. В. Опыт строительства и эксплуатации пластмассового дренажа в глубоких торфяниках при высоком залегании уровня грунтовых вод. Мелиорация и водное хозяйство, вып. 37. К.: Урожай, 1976.